



**TUGAS AKHIR - RE 141581**

# **ESTIMASI EMISI GAS RUMAH KACA DARI SAMPAH RUMAH TANGGA DI KECAMATAN BULAK, KOTA SURABAYA DENGAN METODE IPCC**

**WAHYU EKA ROMAWATI**  
03211440000015

Dosen Pembimbing  
Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumian  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018







**TUGAS AKHIR - RE 141581**

**ESTIMASI EMISI GAS RUMAH KACA DARI  
SAMPAH RUMAH TANGGA DI KECAMATAN  
BULAK, KOTA SURABAYA DENGAN METODE  
IPCC**

**WAHYU EKA ROMAWATI  
0321144000015**

**Dosen Pembimbing  
Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018**



**FINAL PROJECT - RE 141581**

**ESTIMATION OF GREENHOUSE GAS EMISSION  
FROM HOUSEHOLD SOLID WASTE IN BULAK  
DISTRICT, SURABAYA CITY USING IPCC  
METHOD**

**WAHYU EKA ROMAWATI**  
**03211440000015**

**Supervisor**  
**Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc**

**DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING**  
**Faculty of Civil, Environmental and Geo Engineering**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2018**



## LEMBAR PENGESAHAN

### ESTIMASI EMISI GAS RUMAH KACA DARI SAMPAH RUMAH TANGGA DI KECAMATAN BULAK, KOTA SURABAYA DENGAN METODE IPCC

#### TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**WAHYU EKA ROMAWATI**  
NRP. 03211440000015

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir:



**Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc**  
NIP. 19530706 198403 2 004











# **ESTIMASI EMISI GAS RUMAH KACA DARI SAMPAH RUMAH TANGGA DI KECAMATAN BULAK, KOTA SURABAYA DENGAN METODE IPCC**

Nama : Wahyu Eka Romawati  
NRP : 03211440000015  
Departemen : Teknik Lingkungan  
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum,  
M.App.Sc

## **ABSTRAK**

Persoalan sampah berkontribusi secara signifikan dalam peningkatan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang dapat menyebabkan pemanasan global. Sampah yang ditimbun akan mengalami dekomposisi dan menghasilkan emisi. Kecamatan Bulak merupakan salah satu kecamatan di Surabaya Utara yang berpotensi menghasilkan emisi GRK dari sampah dalam jumlah besar. Studi ini bertujuan untuk menentukan laju timbulan dan komposisi sampah rumah tangga, mengestimasi emisi GRK dengan pendekatan IPCC, serta menentukan rekomendasi strategi kebijakan pengelolaan sampah untuk mengurangi emisi GRK dari sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak melalui metode analisis SWOT.

Pengukuran data timbulan dan komposisi sampah dilakukan dengan metode *load count analysis* berdasarkan SNI 19–3964–1994 tentang metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan. Pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah dilakukan di setiap TPS selama 8 kali.

Perhitungan emisi GRK menggunakan metode IPCC untuk mengestimasi emisi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), metana ( $\text{CH}_4$ ), dan dinitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ) yang didasarkan dari tiga skenario yang telah ditentukan. Skenario 1 estimasi GRK dari sampah rumah tangga pada tahun 2020 sesuai kondisi eksisting tahun 2018 (tidak ada reduksi sampah), skenario 2 estimasi GRK dengan adanya program Indonesia Bebas Sampah 2020, kegiatan 3R sesuai target pemerintah (20% sampah tereduksi), skenario 3 estimasi GRK dengan adanya program Indonesia Bebas Sampah 2020, kegiatan 3R mencapai kondisi ideal. Informasi mengenai

pengelolaan sampah rumah tangga diperoleh melalui penyebaran kuesioner dengan target responden adalah masyarakat dan tokoh pemegang kebijakan seperti pihak dinas kebersihan, pihak kecamatan, pihak kelurahan, dan ketua RT/RW dari setiap kelurahan.

Laju timbulan sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak adalah 0,414 kg/orang.hari. Komposisi sampah rumah tangga terdiri dari sampah sisa makanan 41,26 %; sampah kebun dan taman 5,37%; sampah campuran 10,73%; plastik 10,86%; kayu 3,16%; kertas 5,86%; tekstil 2,13% ; *nappies (disposable diapers)* 13,03% ; karet 0,69%; kulit 0,12%; logam 0,29% ; gelas 2,31%; dan sampah lain-lain 4,18%. Hasil estimasi emisi GRK dari skenario 1, 2, dan 3 secara berturut- turut sebesar 616,54 ton CO<sub>2(eq)</sub>, 487,60 ton CO<sub>2(eq)</sub>, dan 321,84 ton CO<sub>2(eq)</sub>. Strategi kebijakan pengelolaan sampah untuk mengurangi emisi GRK dari sampah rumah tangga meliputi pembentukan lembaga pengelola sampah berbasis masyarakat, penambahan sarana persampahan, peningkatan peran aktif stakeholder, dan optimalisasi peran kader lingkungan.

**Kata Kunci :** Emisi Gas Rumah Kaca, IPCC, Sampah Rumah Tangga, SWOT

# **ESTIMATION OF GREEN HOUSE GAS EMISSION FROM HOUSEHOLD SOLID WASTE IN BULAK DISTRICT, SURABAYA CITY USING IPCC METHOD**

Name : Wahyu Eka Romawati  
ID Number : 03211440000015  
Department : Environmental Engineering  
Supervisor : Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum,  
M.App.Sc

## **ABSTRACT**

Problems in solid waste management contribute significant increase of Green House Gas (GHG) emission, which leads to global warming. Biodegradable solid waste will decompose and generate gas emission. Bulak District is one of the districts in Northern Surabaya, which is potential to produce high GHG emission from the solid waste. This study aims to determine household solid waste (HSW) generation rate and composition in Bulak District, to estimate GHG emission using IPCC method, and to recommend HSW management strategy for minimizing GHG emission from HSW using SWOT analysis method.

The HSW generation rate and waste composition were measured using load count analysis method based on the National Standard *SNI 19-3964-1994* concerning Methods for Municipal Solid Waste Generation Rate and Composition Measurements. The HSW generation rate and composition were measured 8 times in each transfer depot.

GHG emission was calculated according to IPCC method in order to estimate emission from carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), methane (CH<sub>4</sub>), and nitrous oxide (N<sub>2</sub>O). This calculation is based on predetermined three scenarios. Scenario 1 was GHG estimation from HSW in existing condition (2018), where no reduction effort was undertaken; scenario 2 was GHG estimation which referred to Indonesian Zero Waste Program (IZWP) 2020 and current 3R community potential, where 20% of HSW was reduced; scenario 3 was GHG estimation with IZWP 2020, where 3R communal

activity worked in ideal condition. Information about HSW management practices were collected through questionnaires, which were distributed to selected respondents, such as Cleansing Agency staff, District and Sub-District officers, environmental cadres, and community leaders from each sub-district

The HSW generation rate in Bulak District was 0.414 kg/person.day. The HSW was composed of food waste 41.26%; yard waste 5.37%; mixed biodegradable waste 10.73%; plastic 10.86%; wood 3.16%; paper 5.86%; textile 2.13%; disposable diapers 13.03%; rubber 0.69%; leather 0.12%; metal 0.29%; glass 2.31%; and others 4.18%. The estimated GHG emissions according to scenarios 1, 2, and 3 were 616.54, 487.60, and 321.84 tons CO<sub>2(eq)</sub>, respectively. The recommended HSW management strategy for reducing GHG emission included formation of community based HSW management agencies, increasing the number of solid waste facilities, encouraging active participation of stakeholders, and optimizing environment cadres.

**Keyword : Greenhouse Gas Emission, IPCC, Household Solid Waste, SWOT**

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya bagi penulis untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca dari Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Bulak, Kota Surabaya dengan Metode IPCC”. Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam kelancaran penulisan laporan tugas akhir ini, antara lain:

1. Ibu Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc., selaku dosen pembimbing tugas akhir atas segala ilmu dan kesediaan waktu yang diberikan selama proses bimbingan.
2. Bapak Welly Herumurti, S.T., M.Sc. Bapak Dr. Ali Masduqi, ST.MT, Bapak Arseto Yekti Bagastyo ST.,MT.,M.Phil,Ph.D dan Bapak Dr.Eng. Arie Dipareza Syafei,ST,MEPM selaku dosen pengarah yang telah memberikan saran dan masukan
3. Bapak Prof. Ir. Wahyono Hadi M.Sc.Ph.D selaku dosen wali atas bimbingannya selama ini.
4. Bapak Adhi Yuniarto, S.T., M.T., Ph.D. selaku ketua Departemen Teknik Lingkungan.
5. Kedua orang tua atas doa dan dukungan moral serta material.
6. Seluruh keluarga, sahabat, orang-orang terdekat dan teman-teman Teknik Lingkungan ITS 2014 yang selalu mendukung dan memberi semangat.
7. Bapak dan Ibu petugas TPS, penarik gerobak, dan seluruh pihak di lapangan yang telah membantu dalam pengambilan data.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak. Terima kasih.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Manfaat .....	4
1.5 Ruang Lingkup .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Laju Timbulan dan Komposisi Sampah Rumah Tangga .....	7
2.1.1 Laju Timbulan Sampah .....	7
2.1.2 Komposisi Sampah Rumah Tangga .....	7
2.2 Pengelolaan Sampah .....	8
2.2.1 Kegiatan Pengomposan .....	9
2.2.2 Kegiatan 3R ( <i>Reduce, Reuse, Recycle</i> ) .....	10
2.3 Kontribusi Sampah pada Pemanasan Global .....	11
2.3.1 Emisi GRK di Landfill .....	12
2.3.2 Emisi GRK pada Pengolahan Biologis .....	13
2.4 Perhitungan Emisi GRK dengan Metode IPCC .....	14

2.4.1 Sampah yang Dibuang ke TPA .....	15
2.4.2 Sampah yang Dikomposkan .....	19
2.4.3 Sampah yang Dibakar Terbuka.....	20
2.5 Permasalahan Pengelolaan Sampah di Indonesia .....	24
2.6 Pengelolaan Sampah di Kota Surabaya .....	25
2.6.1 Daerah Pelayanan Sumber Sampah .....	25
2.6.2 Sistem Penanganan Persampahan .....	25
2.6.3 Struktur Organisasi Pengelola Sampah .....	26
2.7 Peraturan Terkait Penurunan Emisi GRK dari Sampah .....	29
2.8 Analisis SWOT ( <i>Strengths, Weaknesses, Opportunities, dan Treaths</i> ) .....	30
2.8.1. Tahap Pengumpulan Data.....	31
2.8.2. Tahap Analisis .....	33
2.9 Proyeksi Penduduk .....	34
BAB 3 GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI.....	37
3.1 Batas Wilayah Studi .....	37
3.2 Keadaan Fisik .....	37
3.2.1. Geografis dan Klimatologis.....	37
3.2.2. Kependudukan.....	38
3.3. Kondisi Eksisting Pengelolaan Persampahan di Kecamatan Bulak .....	38
3.3.1 Fasilitas Pengelolaan Sampah .....	38
3.3.2 Sistem Pengelolaan Sampah .....	39
BAB 4 METODE PENELITIAN .....	45
4.1 Umum.....	45
4.2 Lokasi Penelitian .....	45
4.3 Kerangka Penelitian .....	45

4.4	Penjelasan Kerangka Penelitian .....	49
4.4.1	Latar Belakang .....	49
4.4.2	Ide Penelitian .....	49
4.4.3	Perumusan Masalah dan Tujuan .....	49
4.4.4	Ruang Lingkup .....	49
4.4.5	Studi Literatur .....	49
4.4.6	Studi Lapangan .....	49
4.4.7	Tahap Pengumpulan Data .....	50
4.4.8	Tahap Pengolahan Data dan Pembahasan.....	54
4.4.9	Rekomendasi .....	61
4.4.10	Kesimpulan dan Saran .....	62
BAB 5	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	63
5.1	Hasil Penelitian .....	63
5.1.1	Laju Timbulan Sampah Rumah Tangga Kecamatan Bulak .....	63
5.1.2	Komposisi Sampah Rumah Tangga Kecamatan Bulak .....	65
5.1.3	Densitas dan Volume Sampah Rumah Tangga Kecamatan Bulak .....	70
5.1.4	<i>Recovery Factor</i> (RF) Sampah Rumah Tangga Kecamatan Bulak .....	72
5.1.5	Proyeksi Penduduk dan Jumlah Sampah Rumah Tangga Kecamatan Bulak.....	75
5.1.6	Persentase Pelayanan Sampah di Kecamatan Bulak .....	79
5.1.7	Peran serta Masyarakat dalam Kegiatan Pengelolaan Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Bulak .....	84
5.2	Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca dari Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Bulak .....	88

5.2.1 Keseimbangan Massa Setiap Skenario .....	89
5.2.2 Perhitungan Emisi GRK Skenario 1 .....	95
5.2.3 Perhitungan Emisi GRK Skenario 2 .....	109
5.2.4 Perhitungan Emisi GRK Skenario 3 .....	125
5.2.5 Perbandingan Hasil Perhitungan Emisi Skenario Pertama, Kedua, Ketiga, dan Keempat.....	133
5.3 Kelembagaan dalam Pengelolaan Sampah di Kecamatan Bulak .....	136
5.3.1 Kualitas Sumber Daya Manusia .....	136
5.3.2 Manajemen.....	137
5.3.3 Penyediaan Pelayanan Sampah.....	137
5.4 Analisis SWOT .....	138
5.4.1 Identifikasi faktor-faktor SWOT .....	138
5.4.1.1 Identifikasi Faktor Strategis Aspek Internal .....	138
5.4.1.2 Identifikasi Faktor Strategis Aspek Eksternal .....	142
5.4.2 Penentuan Nilai Rating, Bobot dan Skoring.....	144
5.4.3 Analisis Kuadran SWOT .....	149
5.4.4 Strategi .....	150
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....	153
6.1 Kesimpulan .....	153
6.2 Saran .....	154
DAFTAR PUSTAKA.....	155
LAMPIRAN .....	161
BIOGRAFI PENULIS .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Angka <i>Default</i> DOC Masing - Masing Komponen Sampah .....	15
Tabel 2.2 <i>Methane Correction Factor</i> .....	17
Tabel 2.3 Faktor Oksidasi (OX) Gas CH <sub>4</sub> pada Penutup Timbunan Sampah di TPA .....	17
Tabel 2.4 Faktor Emisi untuk CH <sub>4</sub> dan N <sub>2</sub> O dari Proses Pengolahan Biologis .....	20
Tabel 2. 5 Data Angka Default <i>Dry Matter Content</i> Sampah Kota .....	21
Tabel 3.1 Jumlah RT, RW, dan Luas Wilayah Kecamatan Bulak.....	37
Tabel 3.2 Luas Wilayah dan Kepadatan Penduduk Kecamatan Bulak Tahun 2015 .....	38
Tabel 3. 3 Jumlah TPS di Kecamatan Bulak .....	39
Tabel 5.1 Laju Timbunan Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Bulak .....	64
Tabel 5.2 Komposisi Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Bulak.....	69
Tabel 5.3 Hasil Pengukuran Densitas Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Bulak .....	70
Tabel 5. 4 Volume Sampah tiap TPS di Kecamatan Bulak.....	71
Tabel 5. 5 Penentuan Nilai RF Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Bulak .....	74
Tabel 5. 6 Data Jumlah Penduduk Kecamatan Bulak.....	75
Tabel 5. 7 Koefisien Korelasi Metode Aritmatik .....	76
Tabel 5. 8 Koefisien Korelasi Metode Geometrik .....	76
Tabel 5. 9 Koefisien Korelasi Metode <i>Least Square</i> .....	76
Tabel 5. 10 Perbandingan Nilai Koefisien Korelasi .....	77
Tabel 5. 11 Nilai a dan b tiap Kelurahan .....	77
Tabel 5. 12 Perhitungan Proyeksi Penduduk tiap Kelurahan.....	78
Tabel 5. 13 Pertambahan Penduduk Kecamatan Bulak .....	78
Tabel 5. 14 Proyeksi Jumlah Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Bulak .....	79
Tabel 5. 15 Area Pelayanan dan Volume Sampah tiap TPS .....	80
Tabel 5. 16 Persen Pelayanan Setiap Kelurahan .....	81
Tabel 5. 17 Jumlah Sampah yang Terangkut ke TPA dari TPS Kenjeran .....	81

Tabel 5.18 Nilai Densitas Sampah di Kontainer .....	83
Tabel 5.19 Kapasitas Alat Penampung di TPS .....	83
Tabel 5.20 Volume Sampah Masuk Kontainer .....	84
Tabel 5.21 Perbedaan Setiap Skenario.....	94
Tabel 5.22 Hasil Perhitungan Emisi CH <sub>4</sub> dari Pembuangan Sampah ke TPA Skenario Pertama.....	101
Tabel 5.23 Hasil Perhitungan Emisi CH <sub>4</sub> dari Pembakaran Sampah Terbuka Skenario Pertama .....	102
Tabel 5.24 Hasil Perhitungan Emisi CO <sub>2</sub> dari Pembakaran Sampah Terbuka Skenario Pertama .....	103
Tabel 5.25 Hasil Perhitungan Emisi N <sub>2</sub> O dari Pembakaran Sampah Terbuka Skenario Pertama .....	105
Tabel 5. 26 Hasil Perhitungan Emisi Skenario 1 .....	106
Tabel 5. 27 Konversi Emisi ke CO <sub>2</sub> (eq) .....	107
Tabel 5. 28 Reduksi Sampah di Sumber Skenario 2 .....	111
Tabel 5. 29 Reduksi sampah di TPS Skenario 2.....	112
Tabel 5.30 Hasil Perhitungan Emisi CH <sub>4</sub> dari Pengomposan Sampah Skenario Dua.....	116
Tabel 5.31 Hasil Perhitungan Emisi N <sub>2</sub> O dari Pengomposan Sampah Skenario Dua.....	116
Tabel 5.32 Hasil Perhitungan Emisi CH <sub>4</sub> dari Pembuangan Sampah ke TPA Skenario Dua.....	117
Tabel 5.33 Hasil Perhitungan Emisi CH <sub>4</sub> dari Pembakaran Sampah Secara Terbuka Skenario Dua.....	118
Tabel 5. 34 Hasil Perhitungan Emisi CO <sub>2</sub> dari Pembakaran Sampah Secara Terbuka Skenario Dua.....	119
Tabel 5. 35 Hasil Perhitungan Emisi N <sub>2</sub> O dari Pembakaran Sampah Secara Terbuka Skenario Dua.....	121
Tabel 5. 36 Hasil Perhitungan Emisi Skenario 2 .....	122
Tabel 5. 37 Hasil Konversi Emisi dalam Satuan CO <sub>2</sub> (eq).....	123
Tabel 5. 38 Nilai Recovery Factor Ideal tiap Komponen Sampah.....	125
Tabel 5. 39 Reduksi Sampah di Sumber Skenario 3 .....	126
Tabel 5. 40 Hasil Perhitungan Emisi CH <sub>4</sub> dari Pengomposan Skenario 3.....	129
Tabel 5. 41 Hasil Perhitungan Emisi N <sub>2</sub> O dari Pengomposan Sampah Skenario 3 .....	129
Tabel 5. 42 Hasil Perhitungan Emisi CH <sub>4</sub> dari Pembuangan Sampah ke TPA Skenario 3 .....	130

Tabel 5. 44 Hasil Perhitungan Emisi Skenario 3 .....	131
Tabel 5. 45 Konversi Emisi ke ton CO <sub>2</sub> (eq) .....	131
Tabel 5. 46 Identifikasi Faktor Kekuatan dan Kelemahan .....	139
Tabel 5. 47 Identifikasi Faktor Peluang dan Ancaman .....	142
Tabel 5. 48 Nilai Rating, Bobot dan Skoring Aspek Internal .....	145
Tabel 5. 49 Nilai Rating, Bobot dan Skoring Aspek Eksternal .....	147
Tabel 5. 50 Matrik SWOT .....	150

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Kondisi Permukiman di Kecamatan Bulak .....	40
Gambar 3. 2 Kondisi TPS Memet.....	40
Gambar 3. 3 Kondisi TPS Tambak Deres .....	41
Gambar 3. 4 Kondisi TPS Kenjeran .....	41
Gambar 3. 5 Kondisi Kontainer dan Mini Bin di TPS Kenjeran ...	42
Gambar 3. 6 Peta Wilayah Kota Surabaya .....	43
Gambar 4. 1 Kerangka Penelitian .....	48
Gambar 5. 1 Sampah Dapat Dikomposkan.....	66
Gambar 5. 2 Jenis Sampah Plastik .....	66
Gambar 5. 3 Jenis Sampah Logam.....	66
Gambar 5. 4 Kayu .....	67
Gambar 5. 5 Karet .....	67
Gambar 5. 6 Tekstil .....	67
Gambar 5. 7 Kertas .....	67
Gambar 5. 8 <i>Nappies (Disposable Diapers)</i> .....	67
Gambar 5. 9 Gelas/Kaca .....	67
Gambar 5.10 Komposisi Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Bulak.....	67
Gambar 5. 11 Persentase Sampah Dapat Dikomposkan .....	68
Gambar 5. 12 Nilai <i>Recovery Factor</i> Setiap Jenis Sampah.....	72
Gambar 5. 13 Sampah Kaleng Aluminium .....	73
Gambar 5. 14 Sampah Kertas.....	73
Gambar 5. 15 Sampah Plastik .....	73
Gambar 5. 16 Sampah Gelas/Kaca .....	73
Gambar 5.17 Pengetahuan Masyarakat Terhadap Pengelolaan Sampah di Sumber.....	85
Gambar 5. 18 Pengetahuan Masyarakat Terhadap Program 3R86	
Gambar 5. 19 Penerapan Pemilahan Sampah .....	86
Gambar 5. 20 Alasan Tidak Memilah Sampah.....	87
Gambar 5. 21 Penerapan Pengomposan Sampah .....	88
Gambar 5. 22 Alasan Tidak Melakukan Pengomposan .....	88
Gambar 5. 23 Kesetimbangan Massa Skenario 1 .....	90
Gambar 5. 24 Kesetimbangan Massa Skenario 2 .....	92
Gambar 5. 25 Kesetimbangan Massa Skenario 3 .....	94
Gambar 5. 26 Hasil Perhitungan Emisi Skenario 1 (Tahun 2020) .....	107
Gambar 5. 27 Hasil Perhitungan Emisi Skenario Dua .....	123

Gambar 5. 28 Hasil Perhitungan Emisi Skenario 3 (Tahun 2020) .....	132
Gambar 5. 29 Hasil Estimasi Emisi Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Bulak .....	134
Gambar 5. 30 Kuadran Analisis SWOT .....	149

## **DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN A KUESIONER PENELITIAN.....	165
LAMPIRAN B PENENTUAN NILAI PARAMETER .....	177
LAMPIRAN C HASIL KUESIONER .....	181
LAMPIRAN D DOKUMENTASI PENELITIAN.....	189
LAMPIRAN E HASIL PEMETAAN TPS .....	191

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## **BAB 1 PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Persoalan sampah merupakan persoalan utama lingkungan perkotaan yang perlu mendapatkan perhatian serius. Semakin besar kota, maka semakin banyak pula sampah yang terproduksi, salah satunya adalah Kota Surabaya. Sampah rumah tangga menjadi salah satu penyumbang terbesar produksi sampah perkotaan (Anonim, 2016). Jumlah timbulan rata-rata perhari Kota Surabaya pada Tahun 2005 adalah  $8700 \text{ m}^3$ , sedangkan volume yang dapat dikelola oleh Dinas Kebersihan Kota Surabaya sekitar  $6094 \text{ m}^3$ , atau sekitar 69,7% sampah yang terlayani (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012). Volume sampah terbesar berasal dari permukiman yang mencapai jumlah 79,19% dari total timbulan sampah. Sebagian besar sampah permukiman berasal dari sampah rumah tangga yang merupakan sampah organik (Dinas PU Cipta Karya, 2002). Jumlah timbulan sampah tergantung pada beberapa faktor seperti pola makan, gaya hidup, tingkat aktivitas komersial, dan musim (Upadhyay *et al.*, 2012). Peningkatan volume sampah memerlukan penanganan. Penanganan sampah pada umumnya hanya dibuang tanpa mempertimbangkan dampak terhadap kesehatan manusia dan lingkungan (Ojo & Bowen, 2014). Tujuan pengelolaan sampah adalah untuk kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan serta menjadikan sampah sebagai sumber daya (Kustiasih *et al.*, 2014).

Peningkatan jumlah timbulan sampah berkorelasi linear dengan potensi timbulnya emisi Gas Rumah Kaca (GRK), baik yang muncul secara alami maupun dari proses pengelolaan yang dilakukan (Badan Perencanaan dan Pembangunan Nasional, 2014). Menurut Peraturan Presiden No.61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi GRK, emisi GRK adalah lepasnya GRK ke atmosfer pada suatu area tertentu dalam jangka waktu tertentu. GRK yang timbul dari kegiatan pengelolaan sampah mencakup gas metana ( $\text{CH}_4$ ), dinitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ), dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2006). Jumlah emisi GRK yang dilepaskan bergantung pada laju timbulan, komposisi sampah,

alternatif pengolahan dan pengelolaan sampah serta partisipasi masyarakat (Kustiasih *et al*, 2014). Menurut Sudarman (2010), setiap 1 ton sampah menghasilkan 50 kg gas CH<sub>4</sub>. Diperkirakan pada tahun 2020, Indonesia akan mengemisikan CH<sub>4</sub> ke atmosfer sebanyak 9500 ton. Gas CH<sub>4</sub> yang dilepaskan begitu saja ke atmosfer akan memiliki potensi merusak 20 kali lebih besar daripada gas CO<sub>2</sub>. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa persoalan sampah ini merupakan salah satu sektor yang berkontribusi secara signifikan dalam peningkatan emisi GRK. Peningkatan emisi GRK menjadi isu kritis yang menyebabkan terjadinya pemanasan global (Bogner *et al.*, 2008).

Pengelolaan limbah menjadi salah satu fokus dalam upaya penurunan emisi GRK di Indonesia sebagaimana tertuang dalam Peraturan Presiden No. 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi GRK (RAN-GRK). Pemerintah Indonesia menargetkan penurunan emisi GRK pada sektor limbah domestik pada tahun 2020 sebesar 0,048 Gigaton CO<sub>2</sub>(eq). Salah satu upaya mitigasi terhadap pengendalian emisi GRK adalah dengan melakukan daur ulang sampah. Dengan mereduksi timbunan sampah dan peningkatan kegiatan daur ulang maka secara tidak langsung upaya mitigasi terhadap gas rumah kaca akan signifikan (Lee *et al.*, 2016).

Surabaya Utara merupakan wilayah dengan kepadatan penduduk tertinggi kedua setelah wilayah Surabaya Pusat. Kepadatan penduduk Surabaya Utara sebesar 165 jiwa/ ha (Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2015). Kecamatan Bulak merupakan salah satu kecamatan di Surabaya Utara dengan luas wilayah sebesar 6,72 km<sup>2</sup>. Kecamatan Bulak terbagi menjadi empat kelurahan, yaitu kelurahan Sukolilo Baru, Kenjeran, Bulak dan Kedung Cowek. Berdasarkan hasil registrasi penduduk tahun 2015 diketahui bahwa jumlah penduduk Kecamatan Bulak adalah sebanyak 42.798 jiwa dengan kepadatan penduduk sebesar 6330 jiwa/km<sup>2</sup> (Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2016). Berdasarkan Anonim (2010), Kecamatan Bulak merupakan kawasan permukiman nelayan Pantai Kenjeran yang termasuk dalam salah satu kawasan prioritas pengembangan Kota Surabaya. Berdasarkan Jawapos (2017, 1 Januari), wilayah Surabaya Utara khususnya Kecamatan Bulak belum menerapkan pemilahan sampah secara optimal. Hal tersebut dipengaruhi oleh

banyaknya pendatang musiman yang hanya tinggal sementara untuk melakukan aktivitas tertentu. Selain itu dijelaskan pula bahwa banyaknya volume sampah yang belum terpilah di kawasan Surabaya Utara disebabkan karena bentuknya berupa perkampungan dengan kepadatan penduduk yang tinggi. Kedua hal tersebut berpengaruh terhadap banyaknya unit rumah dan kesulitan dalam akses penanganan sampah. Berdasarkan fakta tersebut, diprediksi sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak akan berpotensi menghasilkan emisi GRK dalam jumlah cukup besar. Besarnya emisi GRK bergantung pada komposisi dan karakteristik sampah serta jumlah aktivitas pengelolaan sampah (Kustiasih *et al.*, 2014), namun data mengenai laju timbulan dan komposisi sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak belum tersedia. Untuk itu perlu dilakukan penelitian terkait komposisi dan karakteristik sampah untuk mengetahui secara pasti jumlah GRK yang terlepas ke lingkungan yang berasal dari sampah rumah tangga.

Estimasi emisi GRK dari sampah rumah tangga dengan menggunakan metode *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). IPCC merupakan metode estimasi emisi karbon dari sampah dengan memperhitungkan emisi GRK dari penimbunan sampah di TPA dan kegiatan pengomposan. Metode IPCC telah diakui dan banyak digunakan oleh banyak negara, termasuk Indonesia. Metode IPCC dipilih karena Indonesia belum memiliki metode pengukuran emisi GRK secara spesifik. Sedangkan metode yang digunakan untuk penentuan strategi/rekomendasi kebijakan adalah dengan menggunakan metode analisis SWOT. Pemilihan metode SWOT ini karena dapat mengungkapkan kekuatan dan kelemahan sebuah permasalahan, menganalisis peluang untuk perbaikan, dan untuk melihat kemungkinan kendala eksternal yang perluantisipasi. Pada penelitian terdahulu telah dilakukan studi emisi karbon dari sampah pemukiman di Kecamatan Kenjeran dengan menggunakan metode IPCC, namun belum pernah dilakukan penelitian mengenai emisi GRK di Kecamatan Bulak dengan alternatif pengelolaan disesuaikan dengan peraturan terbaru, oleh karenanya diperlukan penelitian tentang emisi GRK guna menentukan strategi pengelolaan sampah yang efektif dan efisien dalam rangka mendukung target penurunan emisi GRK.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang menjadi dasar penelitian ini adalah :

1. Bagaimana laju timbulan dan komposisi sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak?
2. Bagaimana estimasi GRK dari sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak dengan menggunakan pendekatan rumus IPCC ?
3. Bagaimana rekomendasi strategi kebijakan pengelolaan sampah untuk mengurangi emisi GRK dari sampah rumah tangga dalam upaya mendukung rencana aksi nasional penurunan gas rumah kaca (RAN-GRK) ?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan laju timbulan dan komposisi sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak
2. Mengestimasi emisi GRK dari sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak dengan menggunakan metode IPCC
3. Menentukan rekomendasi berupa strategi kebijakan pengelolaan sampah untuk mengurangi emisi GRK dari sampah rumah tangga dalam upaya mendukung RAN-GRK.

## **1.4 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Memberikan informasi mengenai data laju timbulan dan komposisi sampah serta jumlah emisi GRK dari sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak
2. Memberikan informasi sebagai bahan pertimbangan untuk penerapan pola pengelolaan sampah yang efektif di Kecamatan Bulak
3. Memberikan informasi mengenai potensi masyarakat Kecamatan Bulak dalam pengolahan sampah rumah tangga

## **1.5 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah :

1. Pengukuran laju timbulan, komposisi, dan densitas sampah yang dilakukan pada bulan Februari 2018



2. Sampah rumah tangga yang diteliti berupa sampah non Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)
3. Parameter yang digunakan adalah emisi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), metana ( $\text{CH}_4$ ), dan dinitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ) dari sampah rumah tangga Kecamatan Bulak. Satuan emisi GRK dinyatakan dalam Gg/tahun atau ton/tahun
4. Perhitungan emisi GRK dari setiap komposisi sampah rumah tangga dengan menggunakan metode IPCC
5. Perhitungan emisi dibatasi pada kegiatan pengurangan sampah di sumber dan kegiatan pengolahan melalui pengomposan
6. Perhitungan emisi GRK dilakukan dengan 3 skenario.
  - Skenario pertama berupa estimasi emisi GRK dari sampah rumah tangga pada Tahun 2020, sesuai kondisi eksisting Tahun 2018 (tidak ada reduksi sampah)
  - Skenario kedua berupa estimasi emisi GRK dari sampah rumah tangga pada Tahun 2020 dengan adanya program Indonesia Bebas Sampah Tahun 2020, kegiatan 3R sesuai target pemerintah (20% sampah tereduksi, partisipasi masyarakat sesuai kondisi eksisting )
  - Skenario ketiga berupa estimasi emisi GRK dari sampah rumah tangga pada Tahun 2020 dengan adanya program Indonesia Bebas Sampah Tahun 2020, kegiatan 3R mencapai kondisi ideal.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Laju Timbulan dan Komposisi Sampah Rumah Tangga**

##### **2.1.1 Laju Timbulan Sampah**

Berdasarkan SNI 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan (Badan Standardisasi Nasional, 2002), timbulan sampah adalah banyaknya sampah yang timbul dari masyarakat dalam satuan volume maupun berat perkapita perhari, atau perluasan bangunan, atau perpanjangan jalan. Timbulan sampah dapat diperoleh dengan sampling (estimasi) berdasarkan standar yang sudah tersedia. Timbulan sampah dinyatakan sebagai :

- Satuan berat : kg/orang/hari, kg/m<sup>2</sup>/hari, kg/bed/hari dan sebagainya
- Satuan volume : L/orang/hari, L/m<sup>2</sup>/hari, L/bed/hari dan sebagainya

Prakiraan timbulan sampah merupakan dasar dari perencanaan, perancangan, dan pengkajian sistem pengelolaan sampah. Bagi kota-kota di negara berkembang, dalam hal mengkaji besaran timbulan sampah, perlu diperhitungkan adanya faktor pendaurulangan sampah mulai dari sumbernya hingga sampai di TPA (Damanhuri dan Padmi, 2010). Rata – rata timbulan sampah biasanya akan bervariasi antara timbulan setiap harinya, satu daerah dengan daerah lainnya, dan antara satu negara dengan negara lainnya. Menurut Dhokhikah *et al.* (2015), peningkatan laju timbulan sampah dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti populasi, industrialisasi, urbanisasi, dan pertumbuhan ekonomi. Laju timbulan sampah di Surabaya Timur adalah 0,33 kg/kapita/hari. Sedangkan laju timbulan sampah rumah tangga berkorelasi positif dengan ukuran keluarga rata – rata , status pekerjaan, pendapatan bulanan, dan tingkat pendidikan serta berkorelasi negatif dengan usia rata- rata dan status perkawinan dari sebuah keluarga (Ramachandra *et al.*, 2017).

##### **2.1.2 Komposisi Sampah Rumah Tangga**

Komposisi sampah adalah istilah untuk mendeskripsikan komponen individu yang membuat aliran limbah padat dan

distribusi relatifnya, biasanya dinyatakan berdasarkan persen berat. Komposisi sampah diperlukan untuk mengetahui sarana yang dibutuhkan, sistem pengelolaan, dan program pengelolaan yang akan dilakukan (Tchobanoglous *et al.*, 1993). Komposisi fisik sampah di Indonesia berupa bahan organik kompos 63%, kertas 13%, plastik 11%, dan logam/ kaca/ tekstil dan lain- lain masing – masing 1% (Karak *et al.*, 2011). Sedangkan menurut Dhokhikah *et al.*(2015), komposisi sampah di Surabaya khususnya Surabaya bagian timur didominasi oleh sampah makanan (64,19%), plastik (10,79%) , kertas (9,24%) and *diapers* (6,97%).

Komponen fisik sampah seperti sisa – sisa makanan, kertas, kayu, kain-tekstil, karet, kulit, plastik, logam, besi- non besi, kaca, dan lain-lain. Komposisi sampah dibagi kedalam kategori sampah yang terdekomposisi (sampah organik) dan sampah yang tidak terdekomposisi (sampah anorganik). Sampah organik berpotensi untuk diproses dengan pengomposan sedangkan sampah anorganik sebaiknya didaur ulang, apabila tidak maka diperlukan proses lain untuk memusnahkannya seperti pembakaran (Selintung *et al.*, 2013). Komposisi dari sampah yang telah dikumpulkan sangat bergantung pada kondisi geografis dan musim (Singh & Chaudary, 2014). Berdasarkan SNI 19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan, perhitungan komposisi jenis sampah dapat dituliskan seperti persamaan berikut ini,

$$\% \text{ Jenis Sampah} = \frac{\text{Jenis Sampah (kg)}}{\text{Berat Sampah Total (kg)}} \times 100\%$$

## 2.2 Pengelolaan Sampah

Pengelolaan sampah adalah semua kegiatan yang dilakukan untuk menangani sampah sejak ditimbulkan sampai dengan pembuangan akhir (Sudarwanto, 2010). Sedangkan menurut menurut Tchobanoglous *et al.* (1993) pengelolaan sampah adalah manajemen atau kontrol terhadap timbulan sampah, pewadahan, pengumpulan, pemindahan dan pengangkutan, serta proses dan pembuangan akhir sampah dengan cara yang sesuai prinsip terbaik untuk kesehatan,

ekonomi, keteknikan/*engineering*, konservasi, estetika, lingkungan dan juga terhadap sikap masyarakat. Secara garis besar, kegiatan pengelolaan sampah meliputi pengendalian timbulan sampah, pengumpulan sampah, transfer dan *transport*, pengolahan, dan pembuangan akhir. Sampah yang dikelola berdasarkan UU No 18 Tahun 2008 terdiri atas;

- a) Sampah rumah tangga
- b) Sampah sejenis sampah rumah tangga
- c) Sampah spesifik

Pengelolaan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga terdiri atas:

1. Pengurangan sampah

Kegiatan pengurangan sampah meliputi pembatasan timbulan sampah, pendaurulangan sampah, dan pemanfaatan kembali sampah

2. Penanganan sampah

Kegiatan penanganan sampah meliputi kegiatan pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pemrosesan akhir. Beberapa faktor yang mempengaruhi sistem pengelolaan sampah perkotaan berdasarkan SNI 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan (Badan Standardisasi Nasional, 2002) yaitu;

- 1) Kepadatan dan penyebaran penduduk
- 2) Karakteristik fisik lingkungan dan sosial ekonomi
- 3) Timbulan dan karakteristik sampah
- 4) Budaya sikap dan perilaku masyarakat
- 5) Jarak dari sumber sampah ke tempat pembuangan akhir sampah
- 6) Rencana tata ruang dan pengembangan kota
- 7) Saran pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pembuangan akhir sampah
- 8) Biaya yang tersedia
- 9) Peraturan daerah setempat

### **2.2.1 Kegiatan Pengomposan**

Kegiatan pengomposan merupakan salah satu alternatif dalam mengelola sampah yang dinilai paling layak secara teknis. Pengomposan adalah proses aerobik komponen *degradable*

*organic carbon* (DOC) dalam limbah yang terkonversi menjadi karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ).  $\text{CH}_4$  terbentuk dalam sesi anaerobik kompos, namun teroksidasi menjadi tingkat besar dalam sesi aerobik kompos (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2006). Pada kondisi optimum, kegiatan pengomposan dapat mereduksi volume sampah yang akan dibuang ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sebesar 50 – 70 %. Proses aerobik menjamin tidak dihasilkannya metana dan bahkan menghasilkan produk yang stabil yang bermanfaat yang disebut kompos (Suprihatin *et al.*, 2003). Menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change* (2006), pengomposan komponen organik sampah memberikan keuntungan yaitu,

- Mengurangi volume sampah
- Stabilisasi limbah menjadi produk pupuk
- Menghancurkan bakteri patogen dalam sampah
- Memproduksi biogas untuk penggunaan energi

Dalam jangka panjang pengomposan dapat berdampak positif terhadap perubahan iklim global dan perubahan permukaan air laut. Perkiraan rentang  $\text{CH}_4$  yang dilepaskan ke atmosfer kurang dari 1% hingga beberapa persen dari kandungan karbon awal dalam material.  $\text{N}_2\text{O}$  juga dihasilkan dalam proses pengomposan. Perkiraan rentang emisinya berkisar kurang dari 0.5-5% dari kandungan nitrogen awal material.

### **2.2.2 Kegiatan 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*)**

Menurut (Damanhuri & Padmi, 2010), 3R merupakan salah satu upaya pengurangan sampah yang bertujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Berdasarkan UU No 18 Tahun 2008, 3R merupakan salah satu upaya dalam pengurangan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga yang meliputi pembatasan timbulan sampah (*Reduce*), pendaurulangan sampah (*Recycle*), dan pemanfaatan kembali sampah (*Reuse*).

- *Reduce* : mengupayakan agar sampah yang dihasilkan sesedikit mungkin
- *Reuse* : apabila sampah akhirnya terbentuk, maka diupayakan untuk memanfaatkan secara langsung
- *Recycle* : residu atau sampah yang tersisa yang tidak dapat dimanfaatkan secara langsung, kemudian diproses

atau diolah untuk dapat dimanfaatkan, baik sebagai bahan baku maupun sebagai sumber energi.

Menurut (Damanhuri & Padmi, 2010), konsep pembatasan (*reduce*) jumlah sampah yang akan terbentuk dapat dilakukan antara lain melalui:

- Efisiensi penggunaan sumber daya alam
- Rancangan produk yang mengarah pada penggunaan bahan atau proses yang lebih sedikit menghasilkan sampah, dan sampahnya mudah untuk diguna-ulang dan didaur- ulang
- Menggunakan bahan yang berasal dari hasil daur-ulang limbah
- Mengurangi penggunaan bahan berbahaya
- Menggunakan *eco-labeling*

## 2.3 Kontribusi Sampah pada Pemanasan Global

Menurut Sudarman (2010), pemanasan global pada umumnya merupakan fenomena peningkatan temperatur global dari tahun ke tahun karena terjadinya efek rumah kaca (*greenhouse effect*). Gas rumah kaca yaitu gas-gas di atmosfer yang memiliki kemampuan menghambat radiasi sinar matahari yang dipantulkan oleh bumi ke atmosfer, sehingga menyebabkan suhu di permukaan bumi menjadi hangat. Peningkatan gas rumah kaca disebabkan oleh kegiatan di berbagai sektor, salah satunya adalah sampah. Sampah berperan dalam menyumbang emisi GRK yang berupa gas metana ( $\text{CH}_4$ ). Sampah yang ditimbun di TPA secara terbuka (*open dumping*) akan mengalami dekomposisi secara anaerobik dan menghasilkan gas  $\text{CH}_4$  dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ). Setiap 1 ton sampah menghasilkan 50 kg gas  $\text{CH}_4$ .

Berdasarkan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (2006) kategori sumber dan jenis emisi GRK dari pengelolaan limbah adalah sebagai berikut;

- a) Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Limbah Padat  
Limbah padat yang umumnya dibuang di *Solid Waste Disposal Site* (SWDS) adalah sebagai berikut:
  - Sampah padat domestik (sampah kota) atau *municipal solid waste* (MSW)

- Limbah padat industri (bahan berbahaya dan beracun/B3) maupun non-B3), yaitu misalnya *bottom ash* pembangkit listrik, limbah lumpur/*sludge* instalasi pengolahan limbah (IPAL), limbah padat industri agro (cangkang sawit/*Empty Fruit Bunch*/EFB), dan lain-lain yang umumnya dibuang pada *control landfill* (*managed SWDS*)
  - Limbah padat lainnya (*other waste*), yaitu *clinical waste* (limbah padat rumah sakit, laboratorium uji kesehatan, dan lain-lain), *hazardous waste*, dan *construction and demolition* (limbah konstruksi dan bongkaran bangunan), dan lain-lain;
  - *Agricultural waste* (tidak dikelompokkan dalam sampah ini, dibahas dalam AFOLU).
- b) Pengolahan Biologis
- Pengolahan limbah padat secara biologi mencakup pengomposan dan proses biologi lainnya. Limbah padat yang umumnya diolah dengan cara pengomposan adalah:
- Komponen organik sampah padat perkotaan atau *Municipal Solid Waste* (MSW)
  - Limbah padat industri agro (cangkang sawit).

### 2.3.1 Emisi GRK di Landfill

Berbagai macam reaksi terjadi di dalam landfill memiliki beberapa faktor dan parameter antara lain kondisi lahan, karakteristik sampah, dan kondisi iklim termasuk oksigen, temperature, kelembapan, dan juga nutrien. Proses degradasi sampah di atas dapat dibagi dalam beberapa tahap berikut:

- a. Fase I (Hidrolisis)
- b. Fase II (Asidogenesis)
- c. Fase III (Asetogenesis)
- d. Fase IV (Metanogenesis)
- e. Fase V Kematangan

Pembentukan gas bergantung pada komposisi sampah yang ditimbun. Timbulan gas *landfill* akan dihitung berdasarkan berat kering masing-masing komposisi sampah. Degradasi sampah tidak langsung mulai saat segera ditimbun tapi ada jeda waktunya. Degradasi sampah mempunyai dua



tipe yaitu tipe cepat terurai dan tipe lambat terurai. Degradasi akan berakhir kurang lebih 50 tahun (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2006).

Produksi gas yang dihasilkan pada *landfill* sangat bergantung dari komposisi sampah yang ada. Timbulan gas *landfill* akan dihitung berdasarkan berat kering masing masing komposisi sampah. Secara gas  $\text{CH}_4$  dan  $\text{CO}_2$  merupakan gas yang paling dominan dihasilkan (Tchobanoglous *et al.*, 1993). Jumlah atau produksi gas yang dihasilkan sangat tergantung dari beberapa faktor yaitu unsur-unsur pembentukan sampah seperti karbon, hidrogen dan nitrogen serta oksigen yang diperoleh dari analisis karakteristik sampah yaitu ultimate analisis.

Landfill menghasilkan gas akibat terjadinya proses degradasi *anaerobic* dari sampah *biodegradable*. Komponen utama yang dihasilkan yaitu *methane* ( $\text{CH}_4$ ) dan juga *carbon dioxide* ( $\text{CO}_2$ ). Metan ( $\text{CH}_4$ ) lebih diperhatikan karena merupakan gas rumah kaca dan juga memiliki potensi kekuatan 21 kali lebih kuat dari pada karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ).

### 2.3.2 Emisi GRK pada Pengolahan Biologis

Sumber emisi GRK dari pengolahan limbah padat secara biologi pada dasarnya mencakup pengomposan, *anaerobic digester*, dan lain-lain. Pengolahan limbah padat secara biologi di Indonesia hanya meliputi pengomposan mengingat pengolahan limbah padat dengan jalan *anaerobic biodigester* dan pengolahan biologi lainnya belum ada. Pengomposan (*anaerobic digester*) komponen organik limbah makanan, kebun/taman, *sludge*/lumpur memberikan keuntungan, yaitu:

- mengurangi volume material limbah,
- stabilisasi limbah menjadi produk pupuk,
- menghancurkan bakteri patogen dalam material limbah

*Intergovernmental Panel on Climate Change* (2006) menjelaskan bahwa karbondioksida yang diemisikan dari pengelolaan limbah padat secara biologis tidak termasuk dalam inventarisasi gas rumah kaca dari TPA dikarenakan karbondioksida dikategorikan sebagai *biogenic origin* dan dihitung sebagai *net emission*. Gas lain yang dihasilkan juga tidak dihitung dikarenakan tidak signifikan besarnya.

## 2.4 Perhitungan Emisi GRK dengan Metode IPCC

IPCC(*Intergovernmental Panel on Climate Change*) *Guideline for National Greenhouse Gas Inventories* merupakan pedoman yang dibuat secara spesifik dalam memperkirakan penambahan dan pengurangan emisi dari gas rumah kaca. Berdasarkan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (2006), ketelitian penghitungan tingkat emisi GRK dalam kegiatan inventarisasi dikelompokkan dalam 3 tingkat ketelitian. Tingkat ketelitian perhitungan ini dikenal sebagai 'Tier'. Tingkat ketelitian perhitungan terkait dengan data dan metoda perhitungan yang digunakan sebagaimana dijelaskan berikut ini:

### a. Tier 1

Estimasi berdasarkan data aktivitas dan faktor emisi *default IPCC*. Pada Tier 1, estimasi tingkat emisi GRK menggunakan sebagian besar data aktivitas dan parameter *default IPCC* 2006.

### b. Tier 2

Estimasi berdasarkan data aktivitas yang lebih akurat dan faktor emisi *default IPCC* atau faktor emisi spesifik suatu negara atau suatu pabrik (*country specific/plant specific*). Pada Tier 2, estimasi tingkat emisi GRK menggunakan beberapa parameter *default*, tetapi membutuhkan data aktivitas dan parameter terkait (faktor emisi, karakteristik limbah, dan lain-lain) dengan kualitas yang lebih baik.

### c. Tier 3

Estimasi berdasarkan metoda spesifik suatu negara dengan data aktivitas yang lebih akurat (pengukuran langsung) dan faktor emisi spesifik suatu negara atau suatu pabrik (*country specific/plant specific*). Pada Tier 3, estimasi tingkat emisi GRK didasarkan pada data aktivitas spesifik suatu negara (lihat Tier 2) dan menggunakan salah satu metoda dengan parameter kunci yang dikembangkan secara nasional atau pengukuran yang diturunkan dari parameter-parameter spesifik-suatu negara.

Penentuan Tier dalam inventarisasi GRK sangat ditentukan oleh ketersediaan data dan tingkat kemajuan suatu negara atau pabrik dalam hal penelitian. Penelitian tersebut berfungsi untuk menyusun metodologi atau

menentukan faktor emisi yang spesifik dan berlaku bagi negara/pabrik tersebut. Di Indonesia, sumber emisi sektor/kegiatan kunci pada inventarisasi GRK menggunakan Tier-1. Yaitu berdasarkan data aktifitas dan faktor emisi *default* IPCC.

#### 2.4.1 Sampah yang Dibuang ke TPA

Dalam menghitung emisi  $\text{CH}_4$  perlu memperhatikan beberapa pemilihan faktor emisi. Berikut adalah penjelasannya,

##### 1. *Degradable Organic Carbon* (DOC)

*Degradable Organic Carbon* (DOC) merupakan karbon organik dalam sampah yang mudah untuk dilakukan dekomposisi secara biokomiawi dan di nyatakan dalam satuan Gg C setiap Gg sampah. Rumus yang digunakan untuk menghitung DOC

$$\text{DOC} = \sum_i (\text{DOC}_i \times W_i) \quad (2.2)$$

Dimana :

DOC = Nilai *Degradable Organic Carbon* dalam sampah ( Gg C/ Gg sampah)

DOC<sub>i</sub> = Nilai DOC sampah jenis i

W<sub>i</sub> = Fraksi sampah jenis i terhadap total sampah

Indonesia belum memiliki data terkait DOC<sub>i</sub> basis berat kering, sehingga perhitungan dilakukan menggunakan DOC *default* IPCC. Nilai besarnya DOC dapat dilihat pada Tabel 2.1

**Tabel 2. 1 Angka *Default* DOC Masing - Masing Komponen Sampah**

Komposisi Sampah	Kandungan bahan kering (%berat basah)	DOC dalam Berat Basah (%)		DOC dalam Berat Kering (%)	
	<i>Default</i>	<i>Default</i>	Rentang	<i>Default</i>	Rentang
Kertas /Kardus	90	40	36 - 45	44	20 - 50
Tekstil	80	24	20 - 40	30	25 – 50
Sampah Makanan	40	15	8- 20	38	20- 50
Kayu	85	43	39 – 46	50	46-54
Sampah kebun	40	20	18 – 22	49	45 – 55

Komposisi Sampah	Kandungan bahan kering (%berat basah)	DOC dalam Berat Basah (%)		DOC dalam Berat Kering (%)	
	<i>Default</i>	<i>Default</i>	Rentang	<i>Default</i>	Rentang
<i>Diapers</i>	40	24	18 – 32	60	44 – 80
Kulit dan Karet	84	39	39	47	47
Plastik	100	-	-	-	-
Logam	100	-	-	-	-
Gelas	100	-	-	-	-
Lain- lain, sampah sulit terurai	90	-	-	-	-

Sumber: *Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2006

2. *Fraction of Degradable Organic Carbon Which Decomposes* (DOCf)

DOCf adalah perhitungan dari fraksi karbon yang terdegradasi dan terlepas dari *landfill*, dan menggambarkan fakta bahwa beberapa karbon organik *degradable* tidak terdegradasi atau terdegradasi secara lambat dibawah kondisi anaerobik di *landfill*. Nilai DOCf bergantung pada beberapa faktor seperti suhu, kadar air, pH, komposisi sampah, dan lain-lain. Nilai *default* DOCf yang direkomendasikan adalah 0,5 dengan asumsi lingkungan *landfil* berada dalam kondisi anaerobik.

3. *Methan Correction Factor* (MCF).

Nilai MCF ditentukan untuk setiap jenis kategori TPA. MCF berhubungan dengan pengelolaan sampah yang dilakukan di TPA, dan seharusnya diinterpretasikan faktor koreksi pengelolaan sampah. Klasifikasi TPA dan nilai MCF dapat dilihat pada Tabel 2.2

**Tabel 2. 2 Methane Correction Factor**

Tipe TPA	Nilai	Keterangan
<i>Managed Anaerobic</i>	1	Memiliki salah satu dari kriteria yaitu punya lapisan penutup, dikompaksi, atau sampah yang bertingkat
<i>Managed Semi aerobic</i>	0,5	Memiliki material penutup <i>permeable</i> , sistem pengaliran lindi, dan sistem ventilasi gas
<i>Unmanaged deep &gt;5m</i>	0,8	Tidak memenuhi kriteria dan dalam
<i>Unmanaged shallow &lt;5m</i>	0,4	Tidak memenuhi kriteria dan dangkal
<i>Uncategorized</i>	0,6	Tidak dapat dikategorikan

Sumber: *Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2006

4. Fraksi CH<sub>4</sub> pada Gas *Landfill* yang dihasilkan (F)  
Sebagian besar sampah di TPA menghasilkan gas yang diperkirakan 50 % nya adalah gas CH<sub>4</sub>. Nilai *default* IPCC untuk fraksi CH<sub>4</sub> di gas TPA adalah 0,5.
5. *Oxidation Factor* (OX)  
*Oxidation Factor* (OX) atau faktor oksidasi menggambarkan jumlah CH<sub>4</sub> dari TPA yang teroksidasi di tanah atau material yang menutupi sampah lainnya. Nilai OX bervariasi dari yang dapat diabaikan (0,0) sampai 0,1. Nilai faktor oksidasi dapat dilihat pada Tabel 2.3

**Tabel 2. 3 Faktor Oksidasi (OX) Gas CH<sub>4</sub> pada Penutup Timbunan Sampah di TPA**

Jenis TPA	Angka default OX
<i>Managed</i> (tidak berpenutup bahan teraerasi), <i>unmanaged</i> , <i>uncategorized</i>	0
<i>Managed</i> ( berpenutup bahan yang mengoksidasi CH <sub>4</sub> seperti tanah/ kompos)	0,1

Sumber: *Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2006

- **Emisi CH<sub>4</sub>**

Dalam menghitung emisi CH<sub>4</sub> berdasarkan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (2006) digunakan rumus dalam persamaan berikut,

$$\text{Emisi CH}_4 \text{ pada tahun } T, \text{ Gigagram} \\ = [\sum_x \text{CH}_4 \text{ generated}_{x,T} - R_T] \times (1 - \text{OX}_T) \quad (2.3)$$

Dimana,

$\Sigma CH_{4\text{generated}}$  =  $CH_4$  yang terbentuk pada satu tahun hasil degradasi organik jenis tertentu yang tersimpan dalam sampah (DDOC)

T = Tahun inventarisasi

x = Tipe atau jenis limbah

R = *Recovery*  $CH_4$  di TPA

OX = Faktor Oksidasi

Untuk mengetahui besarnya  $CH_4\ generated_{x.T}$  maka diperlukan perhitungan untuk mengukur potensi metan yang akan terbentuk dengan persamaan 2.2

$$CH_{4\text{generated}}_{x.T} = DDOCM \times F \times \frac{16}{12} \quad (2.4)$$

Dimana,

$CH_4, generated\ T$  =  $CH_4$  yang terbentuk pada tahun T hasil dekomposisi komponen organik yang tersimpan di dalam sampah (DDOC)

DDOCm = Massa DOC (komponen karbon organik yang dapat terdekomposisi) yang tersimpan pada sampah di TPA, Gg

F = Fraksi (%-volume)  $CH_4$  yang dihasilkan di *landfill*, nilai F menurut *default* IPCC adalah 50%.

16/12 = Rasio berat molekul  $CH_4/C$  (ratio)

Basis perhitungan emisi  $CH_4$  yang ditimbulkan dari sampah yang ditimbun di TPA adalah DDOCM (massa *decomposable degradable organic compound*) yaitu massa komponen organik dalam sampah yang terdegradasi dan terdekomposisi sebagaimana persamaan 2.2. Perhitungan DDOCM dapat dilihat pada persamaan 2.5 dan 2.6.

$$DDOCm = W \times DOC \times DOCf \times MCF \quad (2.5)$$

Dimana,

DDOCm = Massa DOC yang terdeposisi, Ggram

W = Massa sampah yang terdeposisi, Ggram

DOC = Fraksi karbon organik *degradable* pada tahun deposisi sampah, Gg C/Gg *waste*

DOCf = Fraksi DOC yang dapat terdekomposisi pada kondisi anerobik, fraksi

MCF =Faktor koreksi CH<sub>4</sub>, yang menggambarkan bagian limbah yang akan terdekomposisi pada kondisi anerobik (sebelum kondisi anerobik terjadi) pada tahun deposisi limbah

- **Emisi CO<sub>2</sub>**

Dalam menghitung emisi CO<sub>2</sub> digunakan rumus sebagai berikut (*Research Triangle Institute International*, 2010),

$$\text{Emisi CO}_2 = \text{Emisi CH}_4 \left( \frac{1-F}{F} + \text{OX} \right) \times \frac{44}{16} \quad (2.6)$$

Dimana ,

F = Fraksi dari CH<sub>4</sub> yang dihasilkan di TPA

OX = Faktor Oksidasi

44 = Molekul relatif (Mr) dari CO<sub>2</sub> (kg/kg-mol)

12 = Massa atom relatif (Mr) dari CH<sub>4</sub> (kg/kg-mol)

#### 2.4.2 Sampah yang Dikomposkan

Perhitungan emisi CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O dari pengolahan sampah secara biologis dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut,

$$\text{Emisi CH}_4 = \sum_i (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} - R \quad (2.7)$$

Dimana:

E<sub>CH<sub>4</sub></sub> = Emisi CH<sub>4</sub> (Gg CH<sub>4</sub>/tahun)

EF<sub>composting, CH<sub>4</sub></sub> = Faktor emisi CH<sub>4</sub> (g CH<sub>4</sub>/kg berat sampah yang dikomposkan)

M<sub>i</sub> = Berat sampah organik dengan pengolahan komposting Gg)

R = Jumlah CH<sub>4</sub> yang direcovery (Gg CH<sub>4</sub>)

$$\text{Emisi N}_2\text{O} = \sum_i (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} \quad (2.8)$$

Dimana:

E<sub>N<sub>2</sub>O</sub> = Emisi N<sub>2</sub>O (Gg CH<sub>4</sub>/tahun)

EF<sub>composting, N<sub>2</sub>O</sub> = Faktor emisi N<sub>2</sub>O (g N<sub>2</sub>O /kg berat sampah yang dikomposkan)

M<sub>i</sub> = Berat sampah organik dengan pengolahan komposting (Gg)

Nilai *default* faktor emisi untuk CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O dari proses pengolahan biologis berdasarkan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (2006) dapat dilihat pada Tabel 2.4

**Tabel 2. 4 Faktor Emisi untuk CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O dari Proses Pengolahan Biologis**

Tipe Pengolahan Biologis	Faktor emisi CH <sub>4</sub> (g CH <sub>4</sub> /kg berat sampah yang dikomposkan)		Faktor emisi N <sub>2</sub> O (g N <sub>2</sub> O /kg berat sampah yang dikomposkan)	
	Basis berat kering	Basis berat basah	Basis berat kering	Basis berat basah
Komposting	10 (0,08 – 20)	4 (0,03 – 8)	0,6 (0,2 – 1,6)	0,24 (0,06 – 0,6)

Sumber : *Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2006

### 2.4.3 Sampah yang Dibakar Terbuka

Dalam perhitungan emisi GRK dari pembakaran sampah secara terbuka berdasarkan pada perkiraan kandungan karbon fosil dalam limbah yang dibakar, faktor oksidasi, dan faktor konversi produk ke CO<sub>2</sub>. Dalam menghitung emisi perlu memperhatikan beberapa pemilihan faktor emisi. Data jumlah limbah yang dibakar terbuka dan faktor emisi didasarkan pada jumlah karbon fosil limbah yang dioksidasi. Data lain yang diperlukan termasuk jumlah dan komposisi limbah, kandungan *dry matter*, kandungan jumlah karbon, fraksi karbon fosil dan faktor emisi. Faktor emisi dalam konteks pembakaran sampah secara terbuka berhubungan antara jumlah emisi GRK dengan berat sampah yang dibakar. Berikut adalah penjelasannya,

a. Kandungan Bahan Kering (*Dry matter content*)

Kandungan bahan kering adalah fraksi (%) berat kering suatu komponen sampah basah yang dihitung berdasarkan rasio berat kering terhadap berat basah komponen sampah. Dasar penentuan kandungan bahan kering adalah per jenis komponen sampah. Tidak semua komponen sampah memiliki kandungan air. Perbedaan penting perlu dibuat antara berat kering dan berat basah sampah, karena kandungan air dalam sampah dapat mejadi hal yang substansial. Berat sampah yang dibakar terbuka perlu dikonversikan dari berat basah menjadi berat kering, jika



faktor emisi yang digunakan adalah berat kering. Kandungan bahan kering dapat dihitung dengan persamaan berikut

$$dm = \sum_i (WFi \times dmi)$$

dimana;

dm = total kandungan bahan kering dalam sampah

WFi = fraksi komponen i dalam sampah

dmi = kandungan bahan kering dalam komponen i

Nilai *default dry content* menurut IPCC dapat dilihat pada Tabel

2.5

**Tabel 2. 5 Data Angka Default *Dry Matter Content* Sampah Kota**

Komposisi Sampah	<i>Dry matter content</i> (% berat basah)	Total kandungan karbon dalam % berat kering		Fraksi karbon fosfil dalam % total karbon	
	<i>Default</i>	<i>Default</i>	Rentang	<i>Default</i>	Rentang
Kertas /Kardus	90	46	42-50	1	0-5
Tekstil	80	50	25-50	20	0-50
Sampah Makanan	40	38	20-50	-	-
Kayu	85	50	46-54	-	-
Sampah kebun	40	49	45-55	0	0
<i>Diapers</i>	40	70	54-90	10	10
Kulit dan Karet	84	67	67	20	20
Plastik	100	75	67-85	100	95-100
Logam	100	NA	NA	NA	NA
Gelas	100	NA	NA	NA	NA
Lain- lain, sampah sulit terurai	90	3	0-5	100	50-100

Sumber : *Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2006

b. Faktor emisi CO<sub>2</sub>

Dalam penentuan faktor emisi nilai CO<sub>2</sub>, perlu memperhatikan beberapa parameter seperti kandungan

karbon total (*total carbon content*) dan fraksi karbon fosil (*fossil carbon content*). Nilai default untuk setiap parameter yang berhubungan dengan faktor emisi dapat dilihat pada Tabel 2.5

- Kandungan karbon total (*Total Carbon Content*)  
Nilai kandungan karbon total dapat juga ditentukan dengan persamaan sebagai berikut

$$CF = \sum_i (WFi \times CFi) \quad (2.9)$$

Dimana :

CF = kandungan karbon total dalam sampah

WFi = fraksi komponen i dalam sampah

CFi = kandungan karbon tipe i dalam sampah

- Fraksi karbon fosil (*Fossil Carbon Fraction*)  
Untuk keperluan menghitung emisi CO<sub>2</sub> antropogenik dari pembakaran terbuka, jumlah karbon fosil harus ditentukan. Sebagaimana kecil karbon fosil akan berbeda untuk kategori limbah dan jenis limbah yang berbeda. Nilai default karbon fosil dapat dilihat pada Tabel 2.5 atau dapat ditentukan dengan persamaan berikut,

$$FCF = \sum_i (WFi \times FCFi) \quad (2.10)$$

Dimana :

FCF = nilai karbon fosil total dalam sampah

WFi = fraksi komponen i dalam sampah

FCFi = fraksi karbon fosil tipe i dalam sampah

- Faktor Oksidasi (*Oxidation Factor*)  
Ketika sampah dibakar terbuka sebagian besar karbon akan teroksidasi menjadi CO<sub>2</sub>. Sebuah fraksi kecil dapat mengoksidasi secara tidak sempurna karena inefisiensi dalam proses pembakaran, yang meninggalkan beberapa karbon tidak terbakar atau sebagian teroksidasi sebagai jelaga atau abu. Nilai faktor oksidasi pembakaran sampah secara terbuka, nilai berat akan berkurang 49% sampai 67%, nilai default menurut IPCC adalah 58%.

- c. Faktor emisi CH<sub>4</sub>  
Emisi CH<sub>4</sub> yang timbul dari pembakaran terbuka merupakan akibat dari pembakaran yang tidak sempurna. Pada pembakaran terbuka, fraksi karbon yang tidak teroksidasi cukup besar. Untuk pembakaran limbah secara terbuka,

faktor emisi  $\text{CH}_4$  adalah 6500 g/t MSW berat basah. Nilai ini ditetapkan sebagai faktor emisi  $\text{CH}_4$ .

d. Faktor emisi  $\text{N}_2\text{O}$

Untuk pembakaran limbah secara terbuka, faktor emisi  $\text{N}_2\text{O}$  menurut default IPCC adalah 150 g  $\text{N}_2\text{O}$ /t sampah

Berdasarkan IPCC 2006, dalam menghitung emisi GRK dari pembakaran sampah secara terbuka dapat menggunakan persamaan berikut,

a. Emisi  $\text{CO}_2$

$$\text{Emisi CO}_2 = \text{MSW} \times \sum_j (\text{WF}_j \times \text{dm}_j \times \text{CF}_j \times \text{FCF}_j \times \text{OF}_j) \times \frac{44}{12} \quad (2.11)$$

Dimana :

Emisi  $\text{CO}_2$  = emisi  $\text{CO}_2$  dalam tahun inventori (Gg/tahun)

MSW = berat total sampah yang dibakar secara terbuka (Gg/tahun)

$\text{WF}_j$  = fraksi tipe limbah dari komponen j dalam sampah (berat basah pembakaran terbuka)

$\text{dm}_j$  = fraksi kandungan zat kering di dalam sampah

$\text{CF}_j$  = fraksi karbon dalam kandungan kering (kandungan karbon total)

$\text{FCF}_j$  = fraksi karbon fosil di dalam karbon total

$\text{OF}_i$  = faktor oksidasi (fraksi)

44/12 = faktor konversi C menjadi  $\text{CO}_2$

j = komponen dari sampah (kertas/kardus, tekstil, sisa makanan, kayu, limbah kebun dan taman, diapers, karet, plastik, logam, kaca, dan limbah tak terbakar lain)

b. Emisi  $\text{CH}_4$

$$\text{Emisi CH}_4 = \sum_i (\text{IW}_i \times \text{EF}_i) \times 10^{-6} \quad (2.12)$$

Emisi  $\text{CH}_4$  = emisi  $\text{CH}_4$  dalam tahun inventori (Gg/tahun)

$\text{IW}_i$  = berat total sampah yang dibakar secara terbuka (Gg/tahun)

$\text{EF}_i$  = fraksi emisi  $\text{CH}_4$  (kg  $\text{CH}_4$ /kg sampah)

10<sup>-6</sup> = faktor konversi kg ke Gg

i = kategori sampah yang dibakar

c. Emisi  $\text{N}_2\text{O}$

$$\text{Emisi N}_2\text{O} = \sum_i (\text{IW}_i \times \text{EF}_i) \times 10^{-6} \quad (2.13)$$

Emisi  $\text{N}_2\text{O}$  = emisi  $\text{N}_2\text{O}$  dalam tahun inventori (Gg/tahun)

$\text{IW}_i$  = berat total sampah yang dibakar secara terbuka (Gg/tahun)

EFi	= fraksi emisi $N_2O$ (kg $CH_4$ /kg sampah)
10-6	= faktor konversi kg ke Gg
i	= kategori sampah yang dibakar

## 2.5 Permasalahan Pengelolaan Sampah di Indonesia

Beberapa permasalahan pengelolaan sampah di Indonesia yang perlu mendapatkan perhatian menurut Kardono (2007) adalah sebagai berikut:

- Tingginya timbulan sampah. Diperkirakan angka timbulan sampah akan meningkat 2 - 4% setiap tahunnya. Jika tidak ada solusi yang diambil seperti penerapan program 3R (*reduce, reuse, and recycle*) dan peningkatan pengelolaan sampah di pembuangan akhir, maka timbulan sampah tersebut akan menyebabkan masalah yang cukup serius baik terhadap lingkungan maupun kesehatan. Dan akhirnya akan mempengaruhi beberapa aspek lain seperti pariwisata, ekonomi, sosial dan tentunya masalah kesehatan.
- Kualitas pengelolaan sampah yang rendah. Pada umumnya, pengelolaan sampah dan pelayanan di setiap kota di Indonesia masing-masing tergolong standard (tingkat pelayanan yang rendah, kesenjangan antara pengumpulan dan pengangkutan, *illegal dumping*, *waste burning*, dsb).
- Keterbatasan tempat pembuangan akhir. Kebanyakan tempat pembuangan akhir di Indonesia, khususnya di kota besar, akan ditutup karena kapasitasnya telah hampir penuh. Akan tetapi terjadi kesulitan untuk menemukan area baru untuk mengganti tempat pembuangan yang lama karena permasalahan ketersediaan lahan dan harga lahan serta pembatasan publik.
- Institusi pengelola sampah. Kesuksesan dari pengelolaan sampah di pemerintahan lokal dipengaruhi oleh beberapa faktor, jadi membutuhkan institusi khusus untuk mengatasi masalah yang berhubungan dengan implementasi dan pengawasan reduksi sampah.
- Keuangan. Sejauh ini pengelolaan sampah belum menjadi prioritas pemerintah. Hal ini direpresentasikan dengan rendahnya alokasi dana untuk pengelolaan

sampah. karena pengolahan sampah yang sesuai dari pengumpulan sampai pemrosesan akhir tidak dapat dilakukan dengan maksimal jika hanya berdasarkan aspek lingkungan dan teknis saja.

## **2.6 Pengelolaan Sampah di Kota Surabaya**

Teknis operasional pengelolaan sampah di Kota Surabaya dimulai dari penanganan sampah dari sumber, pengumpulan di TPS, pengangkutan sampai TPA dan penimbunan di TPA Benowo.

### **2.6.1 Daerah Pelayanan Sumber Sampah**

Berdasarkan Kelompok Kerja Sanitasi Kota Surabaya (2010), daerah pelayanan sampah di Kota Surabaya terbagi menjadi 5 zona yaitu daerah pelayanan Surabaya Pusat terdiri dari 4 kecamatan, Surabaya Timur terdiri dari 8 kecamatan, Surabaya Utara terdiri dari 5 kecamatan, dan Surabaya Barat terdiri dari 7 kecamatan. Daerah pelayanan skala TPS belum berjalan dengan optimal, penyebabnya adalah tidak meratanya pembagian wilayah pelayanan. Misalnya pelayanan TPS tergantung pada luas wilayah dan kepadatannya, sehingga ada TPS yang hanya melayani satu kelurahan dan ada TPS yang melayani beberapa kelurahan.

### **2.6.2 Sistem Penanganan Persampahan**

Penanganan persampahan Kota Surabaya merupakan tanggung jawab Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya. Pengelolaan persampahan dibagi menjadi beberapa sistem, mulai dari sumber sampai penimbunan di TPA. Pengumpulan sampah di rumah tangga (sumber sampah) menuju TPS dilakukan oleh masyarakat. Pengangkutan dari TPS menuju ke TPA menjadi tanggung jawab pemerintah, dalam hal ini Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya. Sampah dari sumber diletakkan dalam wadah berupa kontainer kemudian dikumpulkan dengan sarana gerobak untuk dibawa menuju ke TPS yang telah ditentukan (Kelompok Kerja Sanitasi Kota Surabaya, 2010).

### **2.6.3 Struktur Organisasi Pengelola Sampah**

Organisasi pengelola sampah terdiri dari penanggung jawab dan organisasi pengelola di tingkat masyarakat. Organisasi penanggung jawab yaitu Dinas Kebersihan dan Pertamanan yang saat ini telah berganti nama menjadi Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau (DKRTH).

#### **2.6.3.1 Struktur Organisasi Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau**

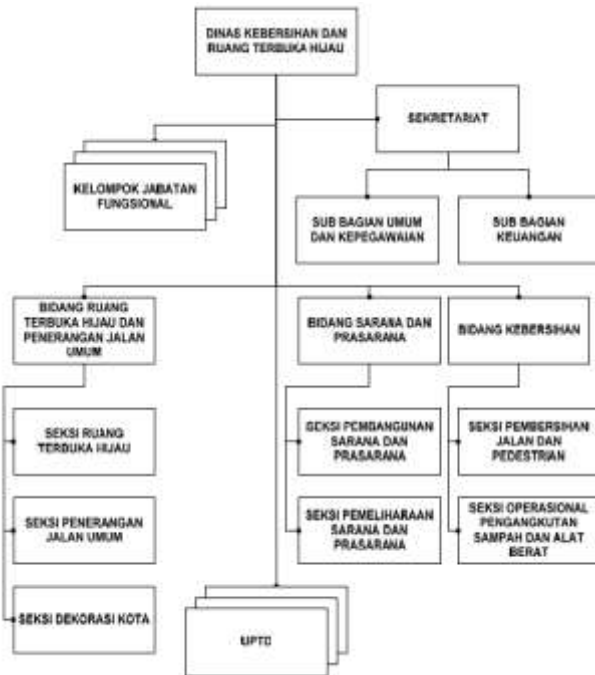
Berdasarkan Peraturan Walikota Surabaya Nomor 50 Tahun 2016, tentang Kedudukan, Susunan Organisasi, Uraian Tugas dan Fungsi Tata Kerja Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya, susunan organisasi DKRTH terdiri atas,

1. Dinas,
2. Sekretariat,
3. Bidang ruang terbuka hijau dan penenrangan jalan,
4. Bidang sarana dan prasarana,
5. Bidang kebersihan, unit pelaksana teknis dinas (UPTD), dan
6. Kelompok jabatan fungsional.

Bidang Kebersihan mempunyai tugas melaksanakan sebagian tugas dinas dibidang kebersihan yang meliputi,

- Menyusun dan melaksanakan rencana program dan petunjuk teknis
- Melaksanakan koordinasi dan kerjasama dengan lembaga dan instansi lain
- Melaksanakan pengawasan dan pengendalian
- Melaksanakan evaluasi dan pelaporan
- Melaksanakan tugas lain yang diberikan oleh Kepala Dinas sesuai dengan tugas dan fungsinya.

Bagan susunan organisasi DKRTH dapat dilihat pada Gambar 2.1

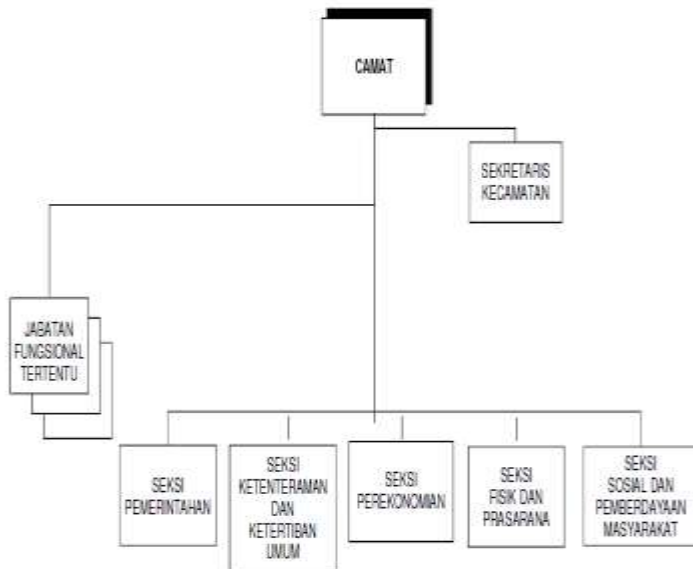


**Gambar 2. 1 Susunan Organisasi DKRTH**

Sumber : Peraturan Walikota Surabaya Nomor 50, 2016

### 2.6.3.2 Struktur Organisasi Kecamatan

Berdasarkan Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 2 Tahun 2006, tentang Organisasi Kecamatan Kota Surabaya, susunan organisasi Kecamatan Kota Surabaya terdiri atas camat, sekretaris kecamatan, seksi pemerintahan, seksi ketentraman dan ketertiban umum, seksi perekonomian, seksi fisik dan prasarana, seksi sosial dan pemberdayaan masyarakat, dan jabatan fungsional tertentu. Bagan susunan organisasi kecamatan dapat dilihat pada Gambar 2.2



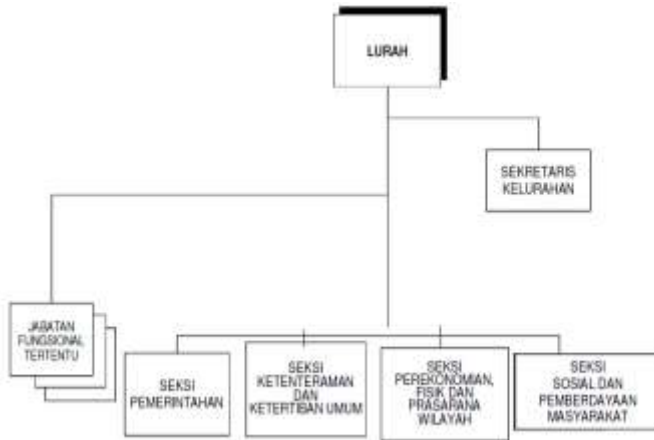
**Gambar 2. 2 Susunan Organisasi Kecamatan**

Sumber : Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 2, 2006

#### 2.6.3.3 Struktur Organisasi Kelurahan

Berdasarkan Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 5 Tahun 2006, tentang Organisasi Kelurahan Kota Surabaya susunan organisasi Kelurahan Kota Surabaya terdiri atas lurah, sekretaris kelurahan, seksi pemerintahan, seksi ketenteraman dan ketertiban umum, seksi perekonomian, fisik dan prasarana wilayah, seksi sosial dan pemberdayaan masyarakat, dan jabatan fungsional tertentu. Bagan susunan organisasi kelurahan dapat dilihat pada Gambar 2.3





**Gambar 2. 3 Susunan Organisasi Kelurahan**

Sumber : Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 5, 2006

## **2.7 Peraturan Terkait Penurunan Emisi GRK dari Sampah**

Target pembangunan nasional mengenai penurunan emisi GRK tercantum dalam Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi GRK (RAN-GRK). Salah satu bidang yang menjadi prioritas penurunan emisi GRK yang tercantum dalam RAN-GRK tersebut adalah bidang pengelolaan limbah. Target penurunan emisi dari bidang pengelolaan limbah pada tahun 2020 adalah 26% (0,048 Giga ton CO<sub>2e</sub>) dengan upaya sendiri, dan mencapai 41% (0,078 Giga ton CO<sub>2e</sub>) jika mendapat dukungan internasional. Kebijakan yang akan dilaksanakan yaitu dengan meningkatkan pengelolaan sampah dan air limbah domestik melalui beberapa strategi berikut,

- a Peningkatan kapasitas kelembagaan dan peraturan di daerah (Perda)
- b Peningkatan pengelolaan air limbah di perkotaan
- c Pengurangan timbulan sampah melalui 3R (*reduce, reuse, dan recycle*)
- d Perbaikan proses pengelolaan sampah di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)

- e Peningkatan/ pembangunan/ rehabilitasi TPA
- f Pemanfaatan limbah/ sampah menjadi produksi energi yang ramah lingkungan

Dokumen RAN-GRK selanjutnya dapat dijadikan acuan bagi masyarakat dan pelaku usaha dalam melakukan perencanaan dan pelaksanaan penurunan emisi GRK.

## 2.8 Analisis SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, dan Treaths*)

Menurut Thamrin dan Pamungkas (2017), analisis SWOT adalah suatu usaha untuk mengungkapkan kekuatan dan kelemahan sebuah permasalahan, menganalisis peluang untuk perbaikan, dan untuk melihat kemungkinan kendala eksternal yang perlu antisipasi. Berdasarkan Rangkuti (1997) analisis SWOT didasarkan pada logika yang dapat memaksimalkan kekuatan (*Strengths*) dan peluang (*Opportunities*), namun secara bersamaan dapat meminimalkan kelemahan (*Weaknesses*) dan ancaman (*Threats*). Faktor yang harus dipertimbangkan dalam analisis SWOT adalah faktor internal (kekuatan dan kelemahan) dan faktor eksternal (peluang dan ancaman). Diagram analisis SWOT dapat dilihat pada Gambar 2.4.

- Kuadran 1 : Merupakan situasi yang menguntungkan. Institusi memiliki peluang dan kekuatan. Strategi yang harus diterapkan dalam kondisi ini adalah mendukung kebijakan pertumbuhan yang agresif (*Growth Oriented Strategy*)
- Kuadran 2 : Institusi memiliki kekuatan dari segi internal namun menghadapi berbagai ancaman. Strategi yang harus diterapkan adalah menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang jangka panjang dengan cara strategi diversifikasi.
- Kuadran 3 : Institusi memiliki peluang pasar yang cukup besar namun menghadapi beberapa kendala/ kelemahan internal. Strategi yang diterapkan adalah dengan meminimalkan kelemahan/ masalah internal untuk merebut peluang pasar yang lebih baik.

Kuadran 4 : ini merupakan situasi yang sangat tidak menguntungkan, institusi tersebut menghadapi berbagai ancaman dan kelemahan internal.

Proses penyusunan perencanaan strategis melalui tiga tahap analisis yaitu, tahap pengumpulan data, tahap analisis, dan tahap pengambilan keputusan.



**Gambar 2. 4 Diagram Analisis SWOT**

Sumber : Rangkuti, 1997

### 2.8.1. Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dan pengklasifikasian suatu kegiatan serta pra-analisis. Pada tahap ini data dibedakan menjadi data eksternal dan data internal. Selanjutnya ditentukan faktor strategi internal (IFAS, *Internal Strategic Factor Analysis Summary*) dan faktor strategi eksternal (EFAS, *External Strategic Factor Analysis Summary*). Penggunaan metode kuantitatif sangat dianjurkan untuk membuat peramalan (*forecasting*) dan asumsi, seperti ekstrapolasi, *brainstorming* dan sebagainya.

### 2.8.1.1 Matriks Faktor Strategi Internal (IFAS)

Penentuan faktor strategi internal dilakukan dengan tahapan sebagai berikut

- a. Tentukan faktor yang menjadi kekuatan serta kelemahan
- b. Memberi bobot masing- masing faktor dengan skala mulai dari 1,0 (sangat penting) sampai 0,0 (tidak penting). Semua bobot tersebut jumlahnya tidak boleh melebihi skor total 1,00.
- c. Hitung rating untuk masing - masing faktor dengan memberikan skala mulai dari 4 (*outstanding*) sampai dengan 1 (*poor*). Variabel yang bersifat positif (kategori kekuatan) diberi nilai dari +1 sampai dengan +4 (sangat baik). Sedangkan variabel yang bersifat negatif, kebalikannya.
- d. Mengalikan nilai bobot dengan rating untuk memperoleh faktor pembobotan pada kolom 4. Hasil skor pembobotan nilainya bervariasi mulai dari 4 (*outstanding*) sampai dengan 1 (*poor*)
- e. Jumlahkan skor pembobotan untuk memperoleh total skor pembobotan bagi institusi yang bersangkutan.

### 2.8.1.2 Matriks Faktor Strategi Eksternal

- a. Tentukan faktor yang menjadi peluang dan ancaman
- b. Memberi bobot masing- masing faktor dengan skala mulai dari 1,0 (sangat penting) sampai 0,0 (tidak penting). Semua bobot tersebut jumlahnya tidak boleh melebihi skor total 1,00.
- c. Hitung rating untuk masing- masing faktor dengan memberikan skala mulai dari 4 (*outstanding*) sampai dengan 1 (*poor*). Pemberian nilai rating untuk faktor peluang bersifat positif, maka semakin besar nilainya diberi rating +4, jika peluang kecil diberi rating +1. Pemberian nilai rating untuk ancaman adalah kebalikannya.
- d. Mengalikan nilai bobot dengan rating untuk memperoleh faktor pembobotan pada kolom 4. Hasil skor pembobotan nilainya bervariasi mulai dari 4 (*outstanding*) sampai dengan 1 (*poor*)

- e. Jumlahkan skor pembobotan untuk memperoleh total skor pembobotan bagi institusi yang bersangkutan.

### 2.8.2. Tahap Analisis

Tahap analisis ini dilakukan dengan cara memanfaatkan semua informasi yang telah terkumpul untuk dituangkan dalam model kuantitatif perumusan strategi. Model yang digunakan adalah matrik TOWS atau SWOT. Matrik ini dapat menjelaskan dengan jelas bagaimana peluang dan ancaman eksternal yang dihadapi dapat disesuaikan dengan kekuatan dan kelemahan yang dimiliki. Matrik SWOT dapat dilihat pada Gambar 2.5. Matrik tersebut dapat menghasilkan empat set kemungkinan alternatif strategi yaitu:

- Strategi SO, adalah strategi yang disusun dengan cara menggunakan semua kekuatan untuk merebut peluang
- Strategi ST, adalah strategi yang disusun dengan cara menggunakan semua kekuatan untuk mengatasi ancaman
- Strategi WO, adalah strategi yang disusun dengan cara meminimalkan kelemahan untuk memanfaatkan peluang yang ada
- Strategi WT, adalah strategi yang disusun dengan cara meminimalkan kelemahan untuk menghindari ancaman.

IFAS EFAS	Kekuatan (S)	Kelemahan (W)
Peluang (O)	Strategi SO	Strategi WO
Ancaman (T)	Strategi ST	Strategi WT

**Gambar 2. 5 Matrik SWOT**

Sumber : Rangkuti, 1997

Analisis SWOT terdiri dari 8 langkah sebagai berikut,

- 1) Mengumpulkan informasi (melalui metode wawancara)

- 2) Memetakan setiap kondisi kedalam faktor *strengths* (kekuatan), *weaknesses* (kelemahan), dan *threats* (ancaman)
- 3) Menentukan bobot setiap pernyataan SWOT
- 4) Menentukan *rates* (nilai dukungan)
- 5) Menghitung skor
- 6) Mengevaluasi posisi kuadran
- 7) Menentukan strategi
- 8) Menyajikan hasil

Analisis SWOT membantu untuk memahami tentang masalah internal dan eksternal yang akan dihadapi. Secara khusus kondisi internal terkait *strengths* dan *weaknesses* sedangkan kondisi eksternal terkait *opportunities* dan *threats* (Yuan, 2013). Menurut Beloborodko *et al.* (2015), analisis SWOT sangat bernilai untuk mengevaluasi prosedur pengelolaan, pembangunan, dan perencanaan. SWOT dapat digunakan sebagai analisis ekonomi yang juga diaplikasikan dalam konteks penelitian lingkungan.

## 2.9 Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk merupakan langkah paling awal yang dilakukan dalam perencanaan. Proyeksi penduduk bertujuan untuk mengetahui perkembangan penduduk yang akan datang dengan menggunakan data yang ada saat ini ataupun data tahun-tahun yang lalu. Macam-macam metoda proyeksi penduduk:

### 1. Metode Rata-Rata (Aritmatik)

Metoda ini sesuai untuk daerah dengan perkembangan penduduk yang selalu naik secara konstan, dan dalam kurun waktu yang pendek (Mangkoedihardjo, 1985). Rumus yang digunakan:

$$P_n = P_o + r (dn) \quad (2.14)$$

Keterangan,

- $P_n$  = jumlah penduduk pada akhir tahun periode
- $P_o$  = jumlah penduduk pada awal proyeksi
- $r$  = rata-rata pertumbuhan penduduk tiap tahun.
- $dn$  = kurun waktu proyeksi

### 2. Metode Berganda (Geometrik)

Proyeksi dengan metoda ini menganggap bahwa perkembangan penduduk secara otomatis berganda. Dengan pertambahan penduduk awal. Metoda ini memperhatikan suatu saat terjadi perkembangan menurun dan kemudian manetap, disebabkan kepadatan penduduk mendekati maksimum (Mangkoedihardjo,1985). Rumus yang digunakan:

$$P_n = P_o (1 + r)^{dn} \quad (2.15)$$

Keterangan,

$P_n$  = jumlah penduduk pada akhir tahun periode

$P_o$  = jumlah penduduk pada awal proyeksi

$r$  = rata-rata prosentase tambahan penduduk tiap tahun.

$dn$  = kurun waktu proyeksi

### 3. Metode Selisih Kuadrat Minimum (*Least Square*)

Metoda ini dilakukan untuk mendapatkan hubungan antara sumbu Y (jumlah penduduk) dengan sumbu X (tahun) dengan cara menarik garis linear antara data-data tersebut, dan meminimkan jumlah pangkat dua dari masing-masing penyimpangan jarak data-data dengan garis yang dibuat (Mangkoedihardjo,1985 ). Rumus yang digunakan:

$$P_n = a + b N \quad (2.16)$$

Keterangan :  $P_n$  = jumlah penduduk pada akhir tahun periode

$N$  = selisih tahun proyeksi

Nilai a dan b dicari berdasarkan rumus :

$$a = \frac{[\sum y(\sum x^2)] + [(\sum x)(\sum xy)]}{[n(\sum x^2) + (\sum y)^2]} \quad (2.17)$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (2.18)$$

Keterangan,  $n$  = jumlah data

Dalam pemilihan metoda perhitungan yang akan digunakan, dipilih berdasarkan harga koefisien korelasi yang paling mendekati 1. Sesuai atau tidaknya analisa yang akan dipilih ditentukan dengan menggunakan nilai koefisien korelasi yang berkisar antara 0 sampai 1. Persamaan koefisien korelasinya adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\{[n(\sum y^2) - (\sum y)^2][n(\sum x^2) - (\sum x)^2]\}^{0,5}} \quad (2.19)$$

keterangan  $n$  = jumlah data

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



## BAB 3 GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI

### 3.1 Batas Wilayah Studi

Wilayah studi dalam penelitian ini adalah Kecamatan Bulak. Berdasarkan Badan Pusat Statistik Kota Surabaya (2016), Kecamatan Bulak merupakan salah satu kecamatan yang berada di wilayah Surabaya Utara dengan total luas wilayah sebesar 6,72 km<sup>2</sup>. Berikut ini merupakan batas-batas Kecamatan Bulak

Bagian Utara : Kecamatan Kenjeran  
 Bagian Timur : Selat Madura  
 Bagian Selatan : Kecamatan Mulyorejo  
 Bagian Barat : Kecamatan Tambaksari

Kecamatan Bulak terdiri dari empat kelurahan yaitu Kelurahan Sukolilo Baru, Kenjeran, Bulak, dan Kedung Cowek. Posisi Kecamatan Bulak pada Kota Surabaya dapat dilihat pada Gambar 3.6. Luas setiap kelurahan dan jumlah Rukun Warga (RW) dan Rukun Tetangga (RT) dapat dilihat pada Tabel 3.1

**Tabel 3. 1 Jumlah RT, RW, dan Luas Wilayah Kecamatan Bulak**

No	Kelurahan	Jumlah Penduduk (Jiwa/Km <sup>2</sup> ) Tahun 2017 <sup>1)</sup>	RT	RW	Jumlah KK <sup>2)</sup>
1	Bulak	20528	54	7	4981
2	Kedung Cowek	6077	12	3	1378
3	Kenjeran	6894	24	4	2334
4	Sukolilo Baru	11077	41	7	3425
Total		42798	131	21	12118

Sumber : <sup>1)</sup> Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil, 2017

<sup>2)</sup> Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2016

### 3.2 Keadaan Fisik

#### 3.2.1. Geografis dan Klimatologis

Kecamatan Bulak merupakan salah satu kecamatan yang berada di Wilayah Surabaya Utara dengan ketinggian rata-rata 3 meter diatas permukaan laut. Ketinggian wilayah setiap kelurahan di Kecamatan Bulak sama, yaitu 3 meter diatas permukaan laut.

Secara klimatologi, terdapat dua musim yaitu kemarau dan penghujan. Musim kemarau terjadi pada bulan April sampai Oktober, sedangkan musim penghujan terjadi pada bulan Oktober sampai Maret. Kecamatan Bulak memiliki curah hujan yang berbeda- beda di setiap bulannya. Pada tahun 2015 curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Januari sebesar 437 mm.

### 3.2.2. Kependudukan

Berdasarkan hasil registrasi penduduk pada tahun 2015, diketahui bahwa jumlah penduduk Kecamatan Bulak adalah 42.798 jiwa. Jumlah penduduk terbesar berada di Kelurahan Bulak yaitu sebesar 18.576 jiwa (43,9%), dan jumlah penduduk terkecil berada di kelurahan Kedung Cowek yaitu sebesar 5.564 jiwa (13,1%). Data kepadatan penduduk Kecamatan Bulak Tahun 2015 dapat dilihat pada Tabel 3.2

**Tabel 3. 2 Luas Wilayah dan Kepadatan Penduduk Kecamatan Bulak Tahun 2015**

No	Kelurahan	Luas Wilayah (km <sup>2</sup> )	Kepadatan Penduduk (Jiwa/km <sup>2</sup> )
1	Bulak	1,53	12141
2	Kedung Cowek	1,13	4923
3	Kenjeran	0,93	6715
4	Sukolilo Baru	3,13	10907

Sumber : Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2016

Kecamatan Bulak memiliki jumlah penduduk laki – laki yang lebih banyak dibandingkan jumlah penduduk perempuan. Jumlah keseluruhan penduduk laki – laki di Kecamatan Bulak sebanyak 21.408 jiwa dan penduduk perempuan sebanyak 20. 894 jiwa. Sebagian besar penduduk memiliki pekerjaan sebagai pegawai swasta.

### 3.3. Kondisi Eksisting Pengelolaan Persampahan di Kecamatan Bulak

#### 3.3.1 Fasilitas Pengelolaan Sampah

Berdasarkan hasil studi di lapangan, fasilitas pengelolaan sampah yang tersedia di Kecamatan Bulak yaitu Tempat

Penampungan Sementara (TPS) dan sarana pengumpulan berupa gerobak sampah. Fasilitas TPS tersebar di tiga kelurahan yaitu Kelurahan Bulak, Kenjeran, dan Sukolilo Baru. Sementara pada Kelurahan Kedung Cowek tidak ada TPS. Setiap TPS memiliki area pelayanan yang berbeda. TPS Tambak Deres melayani sampah dari Kelurahan Bulak, Kenjeran, dan Kedung Cowek. TPS Kenjeran melayani Kelurahan Kenjeran dan Sukolilo Baru. Sementara TPS Memet melayani Kelurahan Sukolilo Baru khususnya kompleks perumahan TNI-AL. Gerobak sampah dioperasikan oleh petugas kebersihan setempat, untuk mengumpulkan sampah dari rumah warga ke TPS. Selain itu di setiap rumah warga juga dilengkapi dengan tempat sampah, selanjutnya petugas kebersihan akan mengambil secara periodik dengan menggunakan gerobak sampah. Jumlah TPS di Kecamatan Bulak dapat dilihat pada Tabel 3.3.

**Tabel 3. 3 Jumlah TPS di Kecamatan Bulak**

No	Nama TPS	Wilayah Pelayanan	Alamat	Luas Lahan (m <sup>2</sup> )
1	Tambak Deres	Kel. Bulak, Kenjeran, Kedung Cowek	Jl. Tambak Deres	310
2	TPS Kenjeran	Kel. Kenjeran, Sukolilo Baru	Jl. Kenjeran	64
3	Memet	Kel Sukolilo Baru	Jl. Memet Sastro Wirya	300

Sumber : Kelompok Kerja Sanitasi Kota Surabaya, 2010

### **3.3.2 Sistem Pengelolaan Sampah**

Sistem pengelolaan sampah di Kecamatan Bulak meliputi sistem pewadahan, pengumpulan, dan pengangkutan. Pewadahan sampah dilakukan di setiap rumah warga, menggunakan tempat sampah yang diletakkan di depan rumah untuk memudahkan pengambilan sampah oleh petugas kebersihan. Pengumpulan sampah dengan menggunakan gerobak sampah dari satu rumah ke rumah yang lain untuk dibawa ke TPS terdekat. Gerobak sampah dioperasikan oleh 1 sampai 2 orang petugas kebersihan. Kondisi permukiman di Kecamatan Bulak dapat dilihat pada Gambar 3.1



**Gambar 3. 1 Kondisi Permukiman di Kecamatan Bulak**

Pada Gambar 3.1 menunjukkan bahwa permasalahan yang terjadi adalah masih ditemukan sampah dalam kondisi yang berserakan di area permukiman warga. Di TPS tidak ada upaya 3R yang dilakukan, reduksi sampah hanya dilakukan oleh petugas TPS atau pemulung yang mengambil sampah yang bernilai ekonomi. Setiap TPS tersedia truk kontainer yang kapasitasnya mencapai  $10 \text{ m}^3$ . Setelah kontainer terisi penuh oleh sampah, maka siap diangkut menuju TPA Benowo sebagai tempat pemrosesan akhir. Sistem pengangkutan ini menggunakan sistem kontainer berpindah, selanjutnya sampah diangkut menuju TPA Benowo. Kondisi setiap TPS dapat dilihat pada Gambar 3.1 sampai 3.4



**Gambar 3. 2 Kondisi TPS Memet**

Berdasarkan Gambar 3.3 TPS Memet memiliki kondisi yang cukup rapi dan bersih. Terdapat kontainer dengan kapasitas 10 m<sup>3</sup>. Terdapat kurang lebih 12 penarik gerobak yang mengambil sampah dari wilayah kompleks TNI-AL.



**Gambar 3. 3 Kondisi TPS Tambak Deres**

Dari Gambar 3.4, pada TPS Tambak Deres terdapat dua kontainer dengan kapasitas masing-masing mencapai 10 m<sup>3</sup>. Terdapat sekitar 42 orang penarik gerobak yang masuk ke TPS setiap harinya. Terdapat juga rumah kompos yang digunakan untuk mengolah sampah pasar untuk dikomposkan.



**Gambar 3. 4 Kondisi TPS Kenjeran**

Berdasarkan Gambar 3.4 TPS Kenjeran memiliki kondisi yang paling buruk diantara TPS lainnya. TPS Kenjeran terletak berdekatan dengan tempat pemakaman umum dan belum memiliki bangunan khusus. Sementara disebelahnya terdapat tanah lapang yang biasanya digunakan untuk membakar sampah. Terdapat satu buah kontainer tertutup dengan kapasitas  $8 \text{ m}^3$ . Permasalahan yang sering terjadi adalah sampah seringkali meluber akibat jadwal pengangkutan yang dilakukan 3-4 hari sekali. Sementara setiap harinya pasti selalu ada sampah yang masuk. Hal ini mengakibatkan ada sebagian penarik gerobak/atau masyarakat yang membuang sampahnya secara langsung ke lapangan, dan jika ditemui kondisinya sudah menumpuk maka dilakukan pembakaran sampah secara terbuka. Selain kontainer terdapat juga *mini bin* dengan kapasitas 660L. *Mini bin* ini berjumlah 5 buah yang diletakkan di dekat balai RW. *Mini bin* ini digunakan untuk melayani Kelurahan Kenjeran yang lokasinya jauh dari TPS. Pengangkutan langsung oleh pihak dinas untuk dibawa ke TPA



**Gambar 3. 5 Kondisi Kontainer dan Mini Bin di TPS Kenjeran**



**Gambar 3. 6 Peta Wilayah Kota Surabaya**

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



## **BAB 4**

### **METODOE PENELITIAN**

#### **4.1 Umum**

Metode penelitian merupakan bagian yang menjelaskan tahapan dan metode penelitian secara terperinci. Metode tersebut dapat digunakan oleh peneliti untuk mendeskripsikan langkah-langkah penelitian untuk mencapai tujuan penelitian. Secara umum, penelitian ini dilakukan untuk untuk menentukan emisi GRK yang dilepaskan ke lingkungan dari kegiatan pengelolaan sampah rumah tangga. Emisi GRK dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global dan penipisan lapisan ozon. Metode perhitungan yang digunakan adalah metode IPCC untuk mengestimasi emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>), dan dinitrogen oksida (N<sub>2</sub>O) yang didasarkan dari skenario yang telah ditentukan. Skenario pertama berupa estimasi emisi GRK dari sampah rumah tangga pada Tahun 2020 tanpa reduksi sesuai kondisi eksisting Tahun 2018; Skenario kedua berupa estimasi emisi GRK dari sampah rumah tangga pada Tahun 2020 dengan adanya program Indonesia Bebas Sampah Tahun 2020, kegiatan 3R sesuai target pemerintah (20% sampah tereduksi); Skenario ketiga berupa estimasi emisi GRK dari sampah rumah tangga pada Tahun 2020 dengan adanya program Indonesia Bebas Sampah Tahun 2020, kegiatan 3R mencapai kondisi ideal.

Penelitian ini didasarkan pada kerangka penelitian yang terdiri dari ketidaksesuaian antara kondisi real dengan kondisi ideal, sehingga dapat dirumuskan masalah yang akan dikaji, ditentukan tujuan penelitian, dilakukan pengumpulan data sekunder dan data primer, kemudian dilakukan analisis data dan pembahasan sehingga dapat dirumuskan kesimpulan serta saran dari penelitian ini.

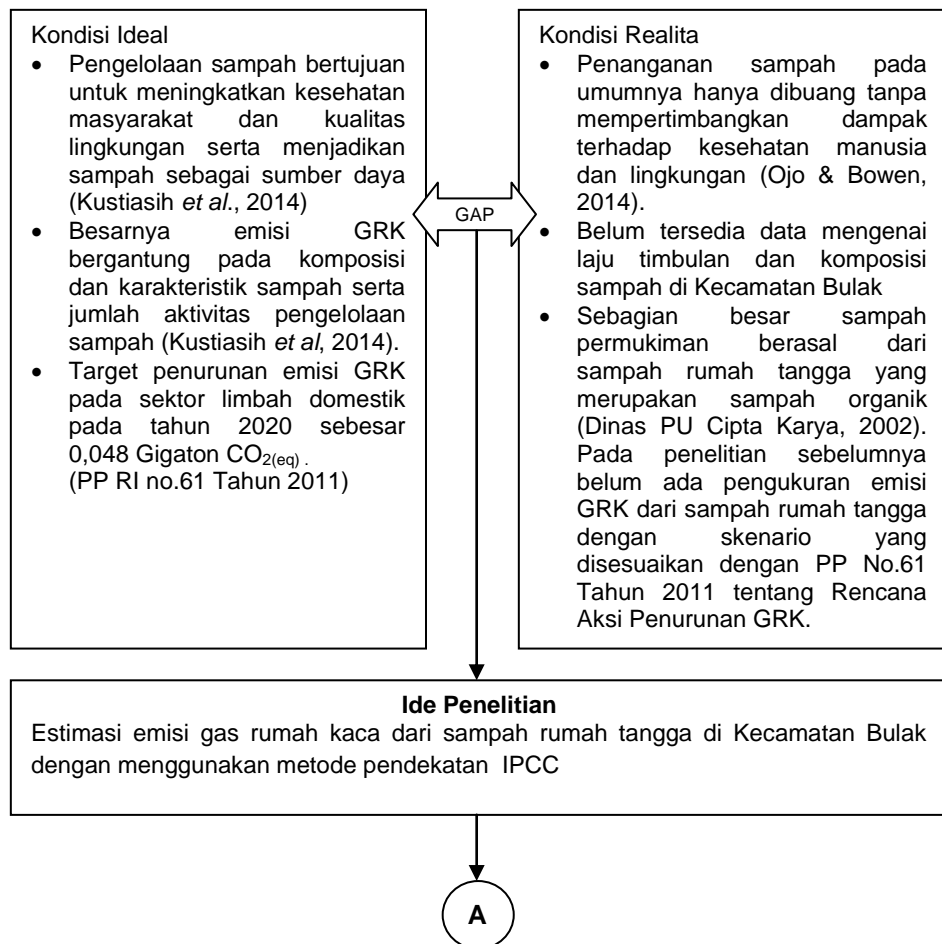
#### **4.2 Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian ini berada di Kecamatan Bulak, Kota Surabaya.

#### **4.3 Kerangka Penelitian**

Kerangka penelitian adalah suatu alur pikir yang sistematis untuk menjalankan sebuah ide penelitian. Kerangka alur

penelitian diharapkan akan mempermudah proses pengerjaan penelitian dan menghindari terjadinya kesalahan, sehingga dapat mencapai tujuan yang telah direncanakan. Kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 Kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1





### **Perumusan Masalah**

1. Bagaimana laju timbunan dan komposisi sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak?
2. Bagaimana estimasi GRK dari sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak dengan menggunakan pendekatan rumus IPCC sampai tahun 2020 ?
3. Bagaimana rekomendasi strategi kebijakan pengelolaan sampah untuk mengurangi emisi GRK dari sampah rumah tangga dalam upaya mendukung rencana aksi nasional penurunan gas rumah kaca (RAN-GRK)

### **Tujuan**

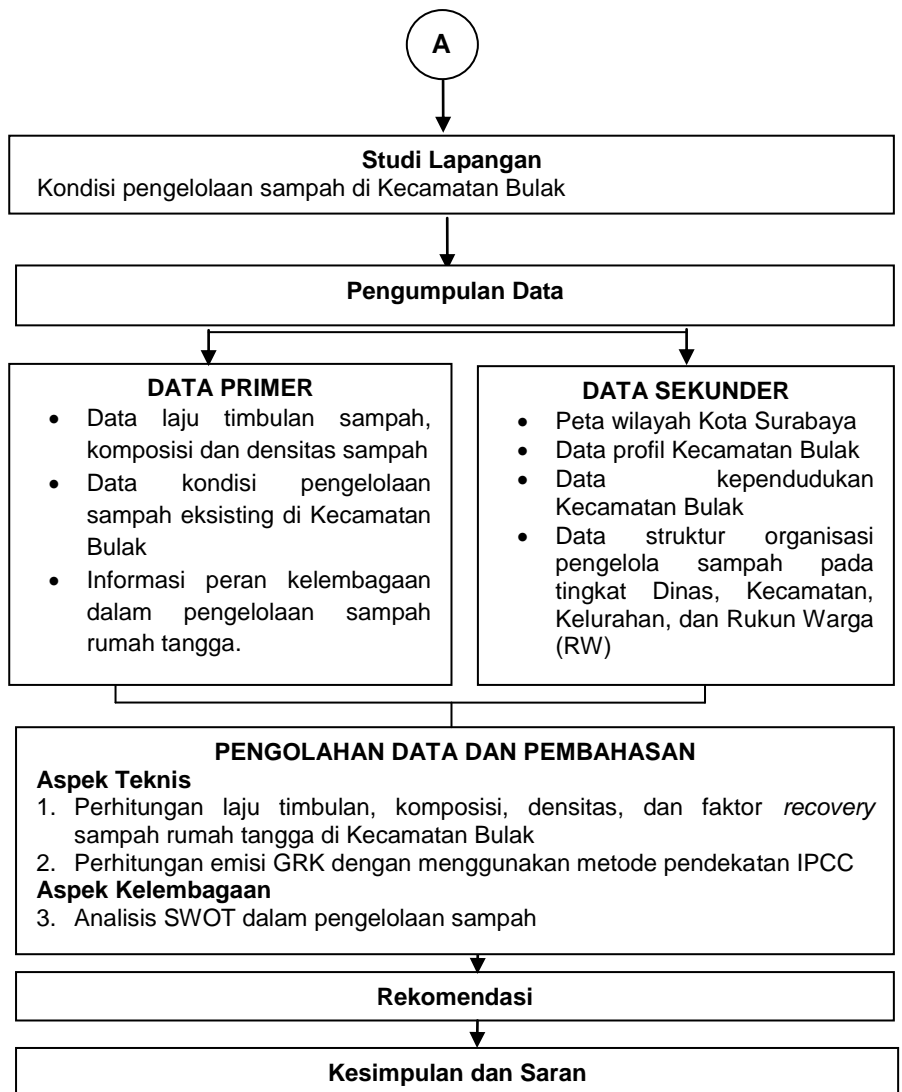
1. Menentukan laju timbunan dan komposisi sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak
2. Mengestimasi emisi GRK dari sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak dengan menggunakan metode IPCC
3. Menentukan rekomendasi strategi kebijakan pengelolaan sampah untuk mengurangi emisi GRK dari sampah rumah tangga dalam upaya mendukung RAN-GRK

### **Ruang Lingkup Penelitian**

### **Studi Literatur**

1. Kontribusi sampah terhadap pemanasan global
2. Tata cara pengambilan sampel sampah rumah tangga
3. Perhitungan emisi GRK dengan metode IPCC





**Gambar 4. 1 Kerangka Penelitian**

#### **4.4 Penjelasan Kerangka Penelitian**

##### **4.4.1 Latar Belakang**

Latar belakang pada penelitian ini diperoleh dari studi pustaka dan studi lapangan. Latar belakang pada penelitian ini telah dijelaskan pada Bab 1.

##### **4.4.2 Ide Penelitian**

Ide studi pada penelitian ini adalah estimasi emisi gas rumah kaca dari sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak dengan menggunakan metode pendekatan IPCC.

##### **4.4.3 Perumusan Masalah dan Tujuan**

Perumusan masalah bertujuan agar langkah - langkah penelitian dan analisis yang dilakukan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai pada penelitian. Rumusan masalah dibuat dalam bentuk pertanyaan, yang ditentukan setelah adanya latar belakang dan ide penelitian.

##### **4.4.4 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup pada penelitian ini telah dijelaskan pada Bab 1. Ruang lingkup dibuat dengan tujuan agar penelitian lebih terarah dan sesuai dengan perumusan masalah dan menjaga konsistensi tujuan penelitian .

##### **4.4.5 Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan untuk mencari informasi atau pengetahuan yang berhubungan dengan penelitian yang bertujuan untuk menunjang penelitian. Literatur yang digunakan berasal dari *text book*, jurnal ilmiah, artikel, tugas akhir, *thesis*, dan peraturan perundang – undangan yang berlaku di Indonesia dan sebagainya. Literatur yang digunakan membahas mengenai kontribusi sampah terhadap pemanasan global, tata cara pengambilan sampel, dan perhitungan emisi GRK dengan IPCC.

##### **4.4.6 Studi Lapangan**

Studi lapangan bertujuan untuk mengetahui kondisi pengelolaan sampah di Kecamatan Bulak. Kondisi pengelolaan sampah meliputi keberadaan lembaga pengelola sampah, ketersediaan fasilitas, serta kondisi sarana dan prasarana. Studi

lapangan dilakukan dengan pengamatan langsung ke Kecamatan Bulak.

#### **4.4.7 Tahap Pengumpulan Data**

##### **4.4.7.1 Pengumpulan Data Sekunder**

Dalam penelitian ini data sekunder diperoleh dari pihak Kecamatan Bulak. Data yang dibutuhkan berupa peta wilayah Kota Surabaya, data profil Kecamatan Bulak, data kependudukan Kecamatan Bulak, dan data struktur organisasi pengelola sampah di tingkat dinas, kecamatan, kelurahan, dan rukun warga (RW). Peta Kota Surabaya diperlukan untuk mengetahui kawasan studi secara lebih detail. Data profil Kecamatan Bulak diperlukan untuk mengetahui gambaran umum wilayah studi. Data kependudukan diperlukan untuk penentuan jumlah sampel dan jumlah timbulan sampah. Data struktur organisasi pengelola sampah diperlukan untuk mengetahui alur pengelolaan sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak.

##### **4.4.7.2 Pengumpulan Data Primer**

Data primer yang akan dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi,

#### **1. Data laju timbulan, komposisi, dan densitas sampah**

Data laju timbulan, komposisi, dan densitas sampah diperoleh melalui observasi langsung ke lapangan dengan pengukuran sebanyak 8 kali di Kecamatan Bulak. Pengukuran laju timbulan sampah dilakukan dengan menggunakan metode *load count analysis* yaitu mengukur jumlah (berat dan/atau volume) sampah yang masuk ke tempat penampungan sementara (TPS). Berikut ini merupakan tahapan dari pengumpulan data primer yang akan dilakukan pada penelitian ini,

##### **a) Penentuan wilayah sampling**

Penelitian dilakukan di tiga TPS yang terdapat di Kecamatan Bulak. Tiga TPS tersebut melayani empat kelurahan yang ada di Kecamatan Bulak yaitu Kelurahan Bulak, Kedung Cowek, Kenjeran, dan Sukolilo Baru. TPS yang dijadikan tempat sampling dapat dilihat pada Tabel 3.3

##### **b) Persiapan alat dan bahan**

Persiapan alat dan bahan diperlukan agar penelitian berjalan sesuai dengan tujuan. Alat yang perlu dipersiapkan dalam penelitian ini terdiri atas , timbangan 25

kg, jas lab, alat pemindah (sekop), sarung tangan, dan masker. Sedangkan bahan yang dibutuhkan adalah kantong plastik yang berjumlah 5 buah yang digunakan untuk menimbang sampah.

c) Penentuan tenaga kerja sampling

Tenaga kerja sampling yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri atas tenaga pengamat penghasil sampah yang dilayani oleh gerobak sampah (jenis dan jumlah) serta tenaga pemilah sampah. Tenaga kerja sampling disewa untuk membantu dalam pengamatan penghasil sampah dan pemilahan sampah sesuai komposisi yang ditentukan. Tenaga pengamat jenis dan jumlah penghasil sampah diperlukan 2 orang, , sedangkan tenaga pemilah sampah diperlukan 1 orang, sehingga total tenaga kerja sampling adalah 3 orang.

d) Pengambilan dan pengukuran sampel timbulan sampah

Pengambilan dan pengukuran sampel timbulan sampah dilakukan sesuai dengan metode *load count analysis*. *Load count analysis* dilakukan dengan mengukur jumlah (berat dan/atau volume) sampah yang masuk ke TPS. Berikut ini tahapan pengambilan dan pengukuran sampel timbulan sampah di Kecamatan Bulak,

- Pengukuran Laju Timbulan Sampah

Frekuensi pengukuran laju timbulan sampah adalah sebanyak 8 kali pengulangan pada lokasi TPS yang telah ditetapkan. Hal ini mengacu pada SNI 19–3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan (Badan Standardisasi Nasional,1994). Pengukuran laju timbulan sampah setiap TPS dilakukan dengan pencatatan petugas pengumpul yang mengangkut sampah ke TPS, volume alat pengumpul, volume sampah yang terangkut, dan area pelayanan masing-masing kendaraan pengumpul. Selanjutnya dilakukan juga pengamatan terhadap jumlah dan jenis penghasil sampah yang dilayani oleh gerobak yang mengumpulkan sampah tersebut, sehingga akan diperoleh satuan timbulan sampah per orang.

- Pengukuran Densitas Sampah

Densitas sampah diukur dengan menimbang sampah yang terangkut dari masing-masing kendaraan pengumpul yang masuk ke TPS. Dilakukan juga pengukuran volume sampah dengan cara mengukur panjang dan lebar kendaraan pengumpul serta tinggi sampah dalam kendaraan.

- Pengukuran Komposisi Sampah  
Pengukuran komposisi sampah dilakukan dengan melakukan pemilahan terhadap sampel sampah sebanyak 100 kg. Sampah dipilah sesuai dengan jenisnya yang mengacu pada pedoman IPCC. Komposisi sampah tersebut adalah sampah sisa makanan, kertas/karton, tekstil, sampah kayu, sampah taman/ kebun, *napies*, karet dan kulit, plastik, logam, gelas, dan lain-lain (*inert waste*).
- Penentuan Nilai *Recovery Factor* Sampah  
Nilai *Recovery Factor* untuk masing-masing jenis sampah terpilah, ditentukan berdasarkan penimbangan jenis sampah yang memenuhi nilai ekonomi.

2. Data pengelolaan sampah eksisting di Kecamatan Bulak  
Informasi mengenai pengelolaan sampah eksisting di Kecamatan Bulak diperoleh melalui penyebaran kuesioner kepada masyarakat yang telah ditetapkan sebagai responden. Kuesioner yang dibagikan, berkaitan dengan partisipasi dan kesediaan masyarakat di Kecamatan Bulak dalam melakukan pemilahan dan pengomposan sampah. Kuesioner dibuat dalam bentuk pilihan ganda dilengkapi dengan pilihan jawaban yang telah disusun berdasarkan dengan skala pembobotan, hal tersebut menentukan urgensi penanganan dalam pengelolaan sampah seperti berikut ini,

1 = Sedikit Penting

2 = Agak Penting

3 = Penting

4 = Sangat Penting.

Isi dari kuesioner dapat dilihat pada Lampiran A, kuesioner A. Target responden setiap kelurahan ada 8 orang sehingga total responden 32 orang dengan rincian sebagai berikut,

- a. Kader lingkungan 2 orang



- b. Tokoh masyarakat (guru) 2 orang
  - c. Ketua dasawisma 2 orang
  - d. Ketua RT 2 orang
3. Informasi mengenai peran kelembagaan dalam pengelolaan sampah rumah tangga.
- Kelembagaan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap pengelolaan sampah. Dengan adanya hubungan kelembagaan dalam pengelolaan sampah, dapat mengoptimalkan pengelolaan sampah yang ada. Informasi mengenai peran kelembagaan dalam pengelolaan diperoleh melalui penyebaran kuesioner. Informasi yang didapatkan selanjutnya digunakan untuk menyusun rekomendasi kebijakan dalam mengurangi emisi GRK yang dihasilkan. Target responden adalah pihak yang terkait dengan pemegang kebijakan dalam pengelolaan sampah dari masing-masing wilayah diantaranya adalah,
- a. Ketua RW (2 orang)
  - b. Pihak kelurahan bagian seksi perekonomian, fisik, dan prasarana wilayah serta bagian seksi sosial dan pemberdayaan masyarakat (2 orang)
  - c. Pihak kecamatan bagian seksi fisik dan prasarana serta seksi sosial dan pemberdayaan masyarakat (2 orang)
  - d. Pihak dinas yang membawahi bidang sarana dan prasarana dan bidang kebersihan (2 orang)

Berikut ini tahapan untuk memperoleh informasi pengelolaan sampah rumah tangga,

a) Pembuatan kuesioner

Tujuan pembuatan kuesioner ini adalah untuk memperoleh informasi mengenai pengelolaan sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak. Isi dari kuesioner ditunjukkan pada Lampiran A, kuesioner B. Pertanyaan dalam kuesioner dikelompokkan menjadi pertanyaan internal dan pertanyaan eksternal. Pertanyaan internal berisi tentang faktor-faktor internal dalam pengelolaan sampah dan faktor eksternal berisi tentang faktor-faktor dari luar yang mempengaruhi pengelolaan sampah baik dari sisi positif maupun negatif. Contoh pertanyaan internal meliputi,

- 1. Sumber Daya Manusia
- 2. Manajemen

3. Penyediaan pelayanan sampah.

Sedangkan contoh pernyataan eksternal meliputi,

1. Faktor pemerintah
2. Faktor mitra kerja
3. Pemasaran hasil produksi
4. Penarikan iuran sampah

Kuesioner dilengkapi dengan pilihan jawaban yang disusun berdasarkan skala pembobotan, hal tersebut menentukan urgensi penanganan dalam pengelolaan sampah seperti berikut ini,

1 = Sedikit Penting

2 = Agak Penting

3 = Penting

4 = Sangat Penting.

b) Pembagian kuesioner

Kuesioner yang telah dibuat selanjutnya dibagikan kepada masyarakat yang telah terpilih menjadi target responden. Target responden adalah masyarakat dan pihak pemegang kebijakan yang terkait dengan pengelolaan sampah dari masing-masing wilayah. Pembagian kuesioner dilakukan bersamaan dengan pengambilan dan pengukuran timbulan sampah.

#### **4.4.8 Tahap Pengolahan Data dan Pembahasan**

Analisis data primer dilakukan untuk mengetahui emisi gas rumah kaca yang timbul pengelolaan sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak. Untuk memperoleh informasi total timbulan sampah rumah tangga, maka digunakan data sekunder berupa jumlah penduduk di Kecamatan Bulak. Berikut ini merupakan tahapan analisis data primer :

1. Perhitungan Timbulan Sampah

Perhitungan timbulan sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak dilakukan dengan merata – ratakan timbulan sampel sampah selama 8 hari penelitian dari ketiga TPS. Laju timbulan sampah didapatkan dengan membagi jumlah timbulan sampah dengan jumlah penduduk terlayani. Laju timbulan kecamatan didapatkan dengan merata- ratakan laju timbulan dari setiap TPS. Timbulan sampah total didapatkan dengan cara mengalikan laju timbulan sampah

dengan total jumlah penduduk di Kecamatan Bulak. Berikut ini persamaan yang digunakan untuk perhitungan (kg/orang.hari) ;

Laju timbulan di tiap TPS

$$= \sum_1^8 \frac{\text{Total Timbulan sampah (} \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \text{)}}{\text{jumlah penduduk yang dijadikan sampel}}$$

Laju timbulan kecamatan

$$= \frac{\text{Rata – rata laju timbulan sampah (TPS 1+ TPS 2) (} \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \text{)}}{8 \text{ hari}} \quad (4.2)$$

Total Timbulan Sampah (kg/hari)

=laju timbulan sampah tiap orang xjumlah total penduduk

2. Perhitungan Densitas Sampah

Perhitungan untuk menentukan densitas sampah rumah tangga adalah sebagai berikut

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dimana :

$\rho$  = densitas sampah ( kg/m<sup>3</sup>)

m = massa sampah yang terdapat pada setiap gerobak yang masuk ke TPS (kg)

v = volume sampah yang terdapat pada setiap gerobak yang masuk ke TPS (m<sup>3</sup>)

3. Perhitungan Komposisi Sampah

Komposisi setiap jenis sampah dihitung berdasarkan persamaan berikut :

$$\text{Komposisi sampah (\%)} = \sum_1^8 \frac{\text{berat setiap jenis sampah}}{\text{Berat sampah total}} \times 100 \%$$

4. Perhitungan proyeksi penduduk dan proyeksi timbulan sampah

Perhitungan proyeksi penduduk dilakukan untuk mengetahui perkembangan penduduk yang akan datang. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan proyeksi penduduk sampai pada tahun 2020. Perhitungan proyeksi penduduk diperlukan data *time series* perkembangan jumlah penduduk tahun sebelumnya. Dalam penelitian ini digunakan data jumlah penduduk tahun 2013– 2017 yang diperoleh dari Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kota

Surabaya. Perhitungan proyeksi penduduk berdasarkan salah satu metode diantara metode *aritmatik*, *geometrik*, dan *least square*. Pemilihan metode yang digunakan berdasarkan nilai koefisien korelasi yang paling mendekati 1. Perhitungan proyeksi timbulan sampah dilakukan untuk mengetahui timbulan sampah pada tahun 2020. Proyeksi timbulan sampah dilakukan dengan mengalikan jumlah penduduk tahun 2020 dengan laju timbulan sampah 2018.

5. Perhitungan emisi GRK dari sampah rumah tangga dengan metode IPCC

Perhitungan emisi GRK dengan menggunakan metode IPCC dilakukan untuk menentukan emisi GRK dari pembuangan sampah di TPA kegiatan pengomposan dan dari pembakaran sampah secara terbuka. Perhitungan dilakukan sesuai dengan skenario yang telah ditentukan yaitu,

- Skenario pertama berupa estimasi emisi GRK dari sampah rumah tangga pada Tahun 2020, sesuai kondisi eksisting Tahun 2018 (tidak ada reduksi sampah)
- Skenario kedua berupa estimasi emisi GRK dari sampah rumah tangga pada Tahun 2020 dengan adanya program Indonesia Bebas Sampah Tahun 2020, kegiatan 3R sesuai target pemerintah (20% sampah tereduksi, partisipasi masyarakat sesuai kondisi eksisting )
- Skenario ketiga berupa estimasi emisi GRK dari sampah rumah tangga pada Tahun 2020 dengan adanya program Indonesia Bebas Sampah Tahun 2020, kegiatan 3R mencapai kondisi ideal.

a. Sampah yang dibuang ke TPA

- Emisi  $\text{CH}_4$

$$\text{Emisi } \text{CH}_4 \text{ pada tahun } T, \text{ Gigagram} = [\sum_x \text{CH}_4 \text{ generated}_{x.T} - R_T] \times (1 - \text{OX}_T)$$

Dimana,

$$\sum \text{CH}_4 \text{ generated}_{x.T} = \text{CH}_4 \text{ yang terbentuk pada Tahun } T \text{ hasil degradasi komponen organik jenis}$$

tertentu (x) yang tersimpan dalam sampah (DDOC)

R = Recovery CH<sub>4</sub> di TPA

OX<sub>T</sub> = Faktor Oksidasi pada tahun T, fraksi

CH<sub>4</sub>generated<sub>x,T</sub> = DDOCm x F x  $\frac{16}{12}$

Dimana,

CH<sub>4</sub>, generated T = CH<sub>4</sub> yang terbentuk pada tahun T hasil dekomposisi komponen organik yang tersimpan di dalam sampah (DDOC)

DDOCm = Massa DOC (komponen karbon organik yang dapat terdekomposisi) yang tersimpan pada sampah di TPA, Gg

F = Fraksi (%-volume) CH<sub>4</sub> pada gas yang dihasilkan di *landfill*, nilai F menurut *default* IPCC adalah 50%.

$\frac{16}{12}$  = Rasio berat molekul CH<sub>4</sub>/C (ratio)

DDOCm = W x DOC x DOCf x MCF

Dimana,

DDOCm = Massa DOC yang terdeposisi, Ggram

W = Massa limbah yang terdeposisi, Ggram

DOC = Fraksi degradable karbon organik pada tahun deposisi sampah, Gg C/Gg waste

DOCf = Fraksi DOC yang dapat terdekomposisi pada kondisi anerobik, fraksi

MCF = Faktor koreksi CH<sub>4</sub>, yang menggambarkan bagian limbah yang akan terdekomposisi pada kondisi anerobik (sebelum kondisi anerobik terjadi) pada tahun deposisi limbah

$$DOC = \sum_i (DOC_i \times W_i)$$

Dimana :

DOC = Nilai *Degradable Organic Carbon* dalam sampah ( Gg C/ Gg sampah)

DOC<sub>i</sub> = Nilai DOC sampah jenis i

W<sub>i</sub> = Fraksi sampah jenis i terhadap total sampah

- Emisi CO<sub>2</sub>

Dalam menghitung emisi CO<sub>2</sub> digunakan rumus sebagai berikut

$$\text{Emisi CO}_2 = \text{emisi CH}_4 \left( \frac{1-F}{F} + \text{OX} \right) \times \frac{44}{16} \quad (2.6)$$

Dimana ,

F = Fraksi dari CH<sub>4</sub> yang dihasilkan di TPA

OX = Faktor Oksidasi

44 = Molekul relatif (Mr) dari CO<sub>2</sub> (kg/kg-mol)

12 = Massa atom relatif (Mr) dari CH<sub>4</sub> (kg/kg-mol)

b. Sampah yang dikomposkan

$$\text{Emisi CH}_4 = \sum_i (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} - R$$

Dimana:

E<sub>CH<sub>4</sub></sub> = Emisi CH<sub>4</sub> (Gg CH<sub>4</sub>/tahun)

EF<sub>composting, CH<sub>4</sub></sub> = Faktor emisi CH<sub>4</sub> (g CH<sub>4</sub>/kg berat sampah yang dikomposkan)

M<sub>i</sub> = Berat sampah organik dengan pengolahan komposting (Gg)

R = Jumlah CH<sub>4</sub> yang direcovery (Gg CH<sub>4</sub>)

$$\text{Emisi N}_2\text{O} = \sum_i (M_i \times EF_{\text{composting}}) \times 10^{-3}$$

Dimana:

E<sub>N<sub>2</sub>O</sub> = Emisi N<sub>2</sub>O (Gg CH<sub>4</sub>/tahun)

EF<sub>composting, N<sub>2</sub>O</sub> = Faktor emisi N<sub>2</sub>O (g N<sub>2</sub>O /kg berat sampah yang dikomposkan)

M<sub>i</sub> = Berat sampah organik dengan pengolahan komposting (Gg)

c. Sampah yang Dibakar Secara Terbuka (*Open Burning*)

Berdasarkan IPCC 2006, dalam menghitung emisi GRK dari pembakaran sampah secara terbuka dapat menggunakan persamaan berikut,

• Emisi CO<sub>2</sub>

$$\text{Emisi CO}_2 = \text{MSW} \times \sum_j (\text{WF}_j \times \text{dm}_j \times \text{CF}_j \times \text{FCF}_j \times \text{OF}_j) \times \frac{44}{12} \quad (2.11)$$

Dimana :

Emisi CO<sub>2</sub> = emisi CO<sub>2</sub> dalam tahun inventori (Gg/tahun)

MSW = berat total sampah yang dibakar secara terbuka (Gg/tahun)

$WF_j$  = fraksi tipe limbah dari komponen  $j$  dalam sampah (berat basah pembakaran terbuka)  
 $Dm_j$  = fraksi kandungan zat kering di dalam sampah  
 $CF_j$  = fraksi karbon dalam kandungan kering (kandungan karbon total)  
 $FCF_j$  = fraksi karbon fosil di dalam karbon total  
 $O_{Fi}$  = faktor oksidasi (fraksi)  
 $44/12$  = faktor konversi C menjadi  $CO_2$   
 $j$  = komponen dari sampah (kertas/kardus, tekstil, sisa makanan, kayu, limbah kebun dan taman, diapers, karet, plastik, logam, kaca, dan limbah tak terbakar lain)

- Emisi  $CH_4$

$$\text{Emisi } CH_4 = \sum_i (IWi \times EFi) \times 10^{-6} \quad (2.12)$$

Emisi  $CH_4$  = emisi  $CH_4$  dalam tahun inventori (Gg/tahun)

$IWi$  = berat total sampah yang dibakar secara terbuka (Gg/tahun)

$EF_i$  = fraksi emisi  $CH_4$  (kg  $CH_4$ /kg sampah)

$10^{-6}$  = faktor konversi kg ke Gg

$i$  = kategori sampah yang dibakar

- Emisi  $N_2O$

$$\text{Emisi } N_2O = \sum_i (IWi \times EFi) \times 10^{-6} \quad (2.13)$$

Emisi  $N_2O$  = emisi  $N_2O$  dalam tahun inventori (Gg/tahun)

$IWi$  = berat total sampah yang dibakar secara terbuka (Gg/tahun)

$EF_i$  = fraksi emisi  $N_2O$  (kg  $CH_4$ /kg sampah)

$10^{-6}$  = faktor konversi kg ke Gg

$i$  = kategori sampah yang dibakar

- Melakukan perbandingan hasil emisi GRK pada skenario pertama, kedua, dan ketiga. Tujuan membandingkan hasil antar skenario ini, untuk mengetahui skenario yang efektif, yaitu skenario yang melepaskan emisi GRK dalam jumlah kecil. Hasil tersebut selanjutnya digunakan untuk menyusun strategi kebijakan terkait upaya untuk mengendalikan emisi GRK yang berasal dari sampah rumah tangga.
- Analisis SWOT

Analisis SWOT dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai faktor – faktor strategis dalam pengelolaan sampah di Kecamatan Bulak. Berikut ini tahapan dalam analisis SWOT,

- a. Menganalisis faktor strategis internal (kekuatan dan kelemahan) dan faktor strategis eksternal (peluang dan ancaman) pengelolaan sampah dalam kondisi yang ada saat ini. Analisis tersebut berdasarkan hasil kuesioner yang telah disebar.
- b. Menentukan *rating* (skala kepentingan). *Rating* diperoleh berdasarkan hasil interpolasi skala 1 sampai 4 menjadi skala -4 sampai 4. Variabel yang bersifat positif (kategori kekuatan dan peluang) diberi nilai dari +1 sampai dengan +4 (sangat baik), sedangkan variabel yang bersifat negatif adalah kebalikannya. *Rating* ditentukan dengan skala penilaian -4 sampai dengan +4, dengan rincian sebagai berikut.
  - 1 = sedikit berpengaruh (kurang penting, dapat dilaksanakan jangka panjang)
  - 2 = agak berpengaruh (penting, dapat dilaksanakan jangka panjang)
  - 3 = cukup berpengaruh (penting untuk dilaksanakan namun tidak mendesak)
  - 4 = sangat berpengaruh (paling mendesak untuk dilaksanakan segera)
- c. Menentukan bobot setiap pernyataan. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan untuk melakukan pembobotan adalah metode ranking.
- d. Menghitung skor dengan cara mengalikan bobot dengan *rating*
- e. Memberikan komentar atau catatan terhadap penentuan faktor tertentu dan perhitungan pembobotan skor
- f. Menjumlahkan skor pada setiap pernyataan faktor internal dan eksternal, maka diperoleh nilai skor dari masing – masing faktor (kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman)



- g. Mengevaluasi posisi kuadran. Posisi kuadran ditentukan berdasarkan hasil skor internal dan skor eksternal. Sumbu X adalah skor internal dan sumbu Y adalah skor eksternal. Berikut adalah persamaan untuk memperoleh posisi kuadran berdasarkan Nurmianto dan Nasution (2004),  
 = skor internal (sumbu X) ; skor eksternal (sumbu Y)

$$= \frac{\text{Skor kekuatan} - \text{skor kelemahan}}{2} ; \frac{\text{Skor peluang} - \text{skor ancaman}}{2}$$

$$= a ; b$$

Nilai a dan b selanjutnya diplotkan dalam diagram analisis SWOT yang ditunjukkan pada Gambar 2.4. Dengan mengevaluasi posisi kuadran maka dapat ditentukan strategi yang sesuai. Strategi dapat berupa strategi agresif, diversifikasi, *turn – around*, dan defensif.

- h. Melakukan pemetaan dengan membuat matriks SWOT. Matriks ini dapat menggambarkan secara jelas bagaimana peluang dan ancaman eksternal yang dihadapi dapat disesuaikan dengan kekuatan dan kelemahan yang dimiliki. Matriks tersebut akan menghasilkan alternatif strategi yaitu strategi SO, ST, WO, dan WT.
- i. Menganalisis setiap alternatif strategi dari matriks SWOT
- j. Menentukan rekomendasi strategi yang sesuai untuk dilaksanakan berdasarkan matrik SWOT

#### 4.4.9 Rekomendasi

Rekomendasi ini berisi tentang evaluasi dan perbaikan terhadap pengelolaan sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak . Rekomendasi ini didasarkan pada hasil analisis SWOT. Tujuan pembuatan rekomendasi ini untuk menyusun strategi kebijakan dalam rangka mengurangi emisi GRK yang berasal dari sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak.

#### **4.4.10 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan berisi tentang jawaban dari rumusan masalah yang telah ditentukan pada penelitian ini. Saran diberikan untuk memberikan perbaikan terhadap penelitian yang telah dilakukan sehingga penelitian yang serupa selanjutnya dapat dilakukan lebih baik lagi.

## **BAB 5**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Hasil Penelitian**

Pengambilan dan pengukuran sampel timbulan sampah di Kecamatan Bulak dilakukan selama 8 hari. Pengambilan data dimulai pada bulan Februari 2018 hingga bulan Maret 2018. Pengambilan data dilakukan di Tempat Penampungan Sementara (TPS) yang terdapat di Kecamatan Bulak yaitu TPS Tambak Deres dan TPS Memet. TPS tersebut dipilih berdasarkan area pelayanannya, yaitu melayani area perumahan dan permukiman yang ada di Kecamatan Bulak.

##### **5.1.1 Laju Timbulan Sampah Rumah Tangga Kecamatan Bulak**

Pengukuran laju timbulan sampah di Kecamatan Bulak dilakukan berdasarkan SNI 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan. Pengambilan data laju timbulan sampah dilakukan dengan metode *load count analysis* yaitu mengukur jumlah (berat dan/atau volume) sampah yang masuk ke TPS. Laju timbulan sampah rumah tangga ditentukan dengan merata-ratakan hasil laju timbulan dari dua TPS selama 8 hari penelitian. Pemilihan hari berdasarkan hari libur dan hari kerja agar dapat mempresentasikan sampah yang dihasilkan. Laju timbulan sampah setiap penduduk didapatkan dengan membagi jumlah sampah yang terangkut oleh gerobak dengan jumlah penduduk yang dilayani oleh gerobak tersebut. Jumlah penduduk setiap Kepala Keluarga (KK) diketahui berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kecamatan Bulak Tahun 2017.

Data laju timbulan yang pertama diambil dari TPS Tambak Deres. TPS Tambak Deres melayani wilayah perkampungan di Kelurahan Bulak, sebagian wilayah perkampungan di Kelurahan Kedung Cowek, dan sebagian wilayah perkampungan Kelurahan Kenjeran. Pemilihan TPS ini karena memiliki luas area pelayanan terbesar yang terdapat di Kecamatan Bulak. Hasil pengukuran menunjukkan laju timbulan sampah dari TPS Tambak Deres sebesar 0,417 kg/orang hari.

Jumlah kepala keluarga yang dijadikan sampel adalah sebanyak 134 KK dengan total jumlah penduduk sebanyak 536 jiwa.

Data laju timbunan yang kedua diambil dari TPS Memet yang terletak di Jalan Memet Sutrowiryo. Pemilihan TPS Memet didasarkan karena TPS Memet melayani wilayah perumahan kompleks TNI-AL. Hasil pengukuran menunjukkan laju timbunan sampah dari TPS Memet sebesar 0,411 kg/orang hari. Jumlah KK yang dijadikan sampel sebanyak 340 KK dengan total jumlah penduduk sebanyak 1368 jiwa. Hasil pengukuran sampel timbunan sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak dapat dilihat pada Tabel 5.1

**Tabel 5. 1 Laju Timbunan Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Bulak**

Sampling Hari Ke	Massa Sampah	Jumlah Penduduk	Jumlah KK	Laju Timbunan	Laju Timbunan Tiap TPS
	(kg)	(jiwa)	KK	(kg/orang.hari)	(kg/orang. hari)
1	81,25	46	184	0,442	0,417
	119,50	88	352	0,339	
2	108,68	46	184	0,591	
	98,52	88	352	0,280	
3	103,30	46	184	0,561	
	100,53	88	352	0,286	
4	99,40	46	184	0,540	
	105,70	88	352	0,300	
5	216,00	121	484	0,446	0,411
	163,25	123	492	0,332	
6	324,00	217	868	0,373	
	226,50	125	500	0,453	
7	330,00	217	868	0,380	
	245,50	125	500	0,491	
8	330,45	217	868	0,381	
	215,70	125	500	0,431	
<b>Laju Timbunan Rata-Rata</b>					0,414
<b>Laju Timbunan Minimum</b>					0,280
<b>Laju Timbunan Maksimum</b>					0,591

Berdasarkan Tabel 5.1 laju timbulan sampah di Kecamatan Bulak berkisar antara 0,280-0,591 kg/orang hari. Dengan demikian didapatkan rata-rata laju timbulan sampah setiap orang di Kecamatan Bulak adalah 0,414 kg/orang.hari. Berdasarkan SNI-3242-2008, besaran timbulan sampah kota besar–kota sedang adalah 0,3 L/orang.hari atau setara dengan 0,8 kg/orang.hari, maka jika dibandingkan dengan SNI, hasil pengukuran timbulan sampah Kecamatan Bulak tersebut jauh lebih rendah. Sementara, jika dibandingkan dengan laju timbulan sampah di Surabaya Timur yang mencapai 0,33 kg/org.hari (Dhokikah *et al.*,2015), maka laju timbulan sampah Kecamatan Bulak, Surabaya Utara adalah jauh lebih tinggi. Menurut Dhokhikah *et al.* (2015), peningkatan laju timbulan sampah dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti populasi, industrialisasi, urbanisasi, dan pertumbuhan ekonomi. Jumlah penduduk Kecamatan Bulak tahun 2018 berdasarkan data Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kota Surabaya adalah 45134 jiwa. Dengan demikian, total timbulan sampah pada tahun 2018 dapat ditentukan sebagai berikut,

$$\begin{aligned}\text{Total timbulan} &= \text{laju timbulan setiap orang} \times \text{jumlah penduduk} \\ &= 0,414 \text{ kg/orang.hari} \times 45134 \text{ jiwa} \\ &= 18.550 \text{ kg/hari} \\ &= 18,55 \text{ ton/hari}\end{aligned}$$

### **5.1.2 Komposisi Sampah Rumah Tangga Kecamatan Bulak**

Analisis komposisi sampah rumah tangga dilakukan untuk mengetahui jenis-jenis sampah di Kecamatan Bulak. Pengukuran komposisi sampah dilakukan selama 8 hari sesuai dengan pengukuran laju timbulan sampah. Pengukuran komposisi sampah dilakukan sesuai dengan prosedur yang terdapat pada SNI-3964–1994, yaitu dengan melakukan pemilahan dan penimbangan terhadap sampel sampah yang diangkut oleh gerobak sampah. Pemilahan sampah mengacu pada pedoman IPCC. Jenis sampah yang dipilah diantaranya adalah sampah yang dapat dikomposkan terdiri dari sampah sisa makanan, sampah kebun dan taman, serta sampah yang campuran keduanya yang tidak memungkinkan untuk dipisahkan. Jenis sampah selanjutnya adalah sampah plastik, sampah kayu, kertas, tekstil, *nappies (disposable diapers)*, karet, kulit, logam

yang dikelompokkan lagi menjadi kaleng aluminium, kaleng baja, dan besi, selanjutnya gelas dan sampah lain-lain seperti arang dan tanah. Komposisi sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak dapat dilihat pada Gambar 5.1 sampai 5. 9



(a) Sampah sisa makanan



(b) Sampah kebun dan taman



(c) Sampah campuran

**Gambar 5. 1 Sampah Dapat Dikomposkan**



**Gambar 5. 2 Jenis Sampah Plastik**



(a) Kaleng aluminium



(b) Besi

**Gambar 5. 3 Jenis Sampah Logam**



**Gambar 5. 4 Kayu**



**Gambar 5. 5 Karet**



**Gambar 5. 6 Tekstil**



**Gambar 5. 7 Kertas**

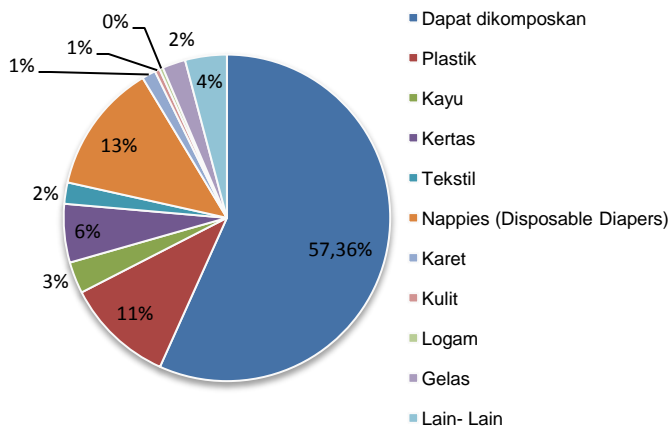


**Gambar 5. 8  
Nappies (Disposable  
Diapers)**



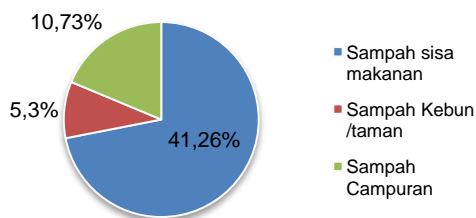
**Gambar 5. 9  
Gelas/Kaca**

Komposisi sampah dinyatakan dalam bentuk persentase. Persentase setiap jenis sampah didapatkan dengan membagi berat setiap jenis sampah dengan berat total sampah. Persentase komposisi sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak dapat dilihat pada Gambar 5.10



**Gambar 5. 10 Komposisi Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Bulak**

Berdasarkan Gambar 5.10, komposisi sampah di Kecamatan Bulak cenderung sama dengan komposisi sampah di negara berkembang Asia, dimana sampah tersebut didominasi oleh jenis sampah yang dapat dikomposkan dengan persentase sebesar 57,36 %. Sebagian besar jenis sampah yang dapat dikomposkan berasal dari sampah sisa makanan yang mencapai persentase sebesar 41,26 %, selanjutnya adalah sampah kebun/taman sebesar 5,37%, dan sampah campuran sebesar 10,73 %. Sampah campuran tersebut terdiri dari sampah sisa makanan dan sampah kebun/taman yang tidak memungkinkan untuk dipisahkan karena kondisinya telah membusuk. Sampah sisa makanan berasal dari aktivitas rumah tangga seperti sampah sisa dapur, sayuran, dan kulit buah. Jenis sampah diatas berpotensi untuk dilakukan pengolahan dengan cara dikomposkan. Persentase jenis sampah dapat dikomposkan cukup besar. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat belum melaksanakan proses pengolahan sampah seperti pengomposan atau kegiatan 3R dari sumber sampah. Persentase jenis sampah dapat dikomposkan dapat dilihat pada Gambar 5. 11



**Gambar 5. 11 Persentase Sampah Dapat Dikomposkan**

Komposisi sampah terbesar selanjutnya adalah *nappies* (*disposable diapers*) yang mencapai 13,03 %. Selanjutnya adalah plastik 10,86 %. Komposisi selanjutnya kertas 5,86%; lain-lain (arang dan tanah) 4,18%; kayu 3,16% ; gelas 2,31%; tekstil 2,1%; karet 1,4%; kulit 0,5%; dan logam 0,29%. Jenis sampah logam dibedakan lagi menjadi kaleng aluminium dan besi. Komposisi sampah logam terbesar adalah kaleng aluminium yang mencapai 0,27%. Hasil pengukuran komposisi sampah dapat dilihat pada Tabel 5.2



**Tabel 5. 2 Komposisi Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Bulak**

No	Komponen Sampah	Berat Komposisi Sampah pada Hari Sampling ke- (kg/hari)								Rata - rata (Kg/ hari)	Persen tase
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1	<b>Sampah Dapat Dikomposkan</b>										
	Sampah Sisa Makanan	49,85	31,95	38,70	30,70	46,22	51,10	40,80	58,80	43,52	41,26%
	Sampah Kebun dan Taman	0,35	5,80	2,50	0,65	13,45	4,20	9,00	9,40	5,67	5,37%
	Sampah campuran	2,80	18,55	7,65	20,20	11,29	14,30	8,30	7,45	11,32	10,73%
	<b>Total</b>	<b>53,00</b>	<b>56,30</b>	<b>48,85</b>	<b>51,55</b>	<b>70,96</b>	<b>69,60</b>	<b>58,10</b>	<b>75,65</b>	<b>60,50</b>	<b>57,36%</b>
2	<b>Sampah Plastik</b>	13,85	16,95	9,95	12	9,85	9,25	11,9	7,85	11,45	10,86%
3	<b>Sampah Kayu</b>	3,85	9,85	2,05	5,75	1,40	1,20	1,00	1,60	3,34	3,16%
4	<b>Sampah Kertas</b>	6,05	5,25	5,60	8,25	5,70	11,00	3,80	3,80	6,18	5,86%
5	<b>Tekstil</b>	1,70	1,65	3,90	5,00	1,40	1,60	0,45	2,30	2,25	2,13%
6	<b>Nappies (disposable diapers)</b>	16,85	5,90	17,15	11,95	9,15	12,10	20,90	15,95	13,74	13,03%
7	<b>Karet</b>	1,10	1,40	0,00	0,30	3,00	0,00	0,00	0,00	0,73	0,69%
8	<b>Kulit</b>	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	0,00	0,13	0,12%
9	<b>Logam</b>										
	Kaleng Aluminium	0,10	0,25	0,20	0,40	0,25	0,25	0,55	0,25	0,28	0,27%
	Besi	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02%
	<b>Total</b>	<b>0,10</b>	<b>0,25</b>	<b>0,20</b>	<b>0,50</b>	<b>0,35</b>	<b>0,25</b>	<b>0,55</b>	<b>0,25</b>	<b>0,31</b>	<b>0,29%</b>
10	<b>Gelas</b>	1,00	0,65	15,30	0,00	0,85	0,55	0,75	0,40	2,44	2,31%
11	<b>Lain-lain</b>	4,80	4,15	0,30	5,00	5,00	2,00	12,00	2,00	4,41	4,18%
<b>Total</b>		<b>102,5</b>	<b>102,4</b>	<b>103,3</b>	<b>100,3</b>	<b>107,7</b>	<b>107,6</b>	<b>110,3</b>	<b>109,8</b>	<b>105,5</b>	<b>100%</b>

### 5.1.3 Densitas dan Volume Sampah Rumah Tangga Kecamatan Bulak

Pengukuran densitas dilakukan di dua TPS yaitu TPS Tambak Deres dan TPS Memet selama 8 hari. Pengukuran densitas sampah dilakukan dengan dengan menimbang sampah yang terangkut oleh kendaraan pengumpul yang masuk ke TPS. Setiap TPS ditetapkan jumlah kendaraan pengumpul yang diukur sebanyak 2 buah. Selain itu juga dilakukan pengukuran volume sampah dengan cara mengukur dimensi (panjang, lebar, dan tinggi) kendaraan pengumpul dan tinggi sampah yang terangkut dalam kendaraan pengumpul tersebut. Nilai densitas sampah diperoleh dengan merata-ratakan hasil pengukuran selama 8 hari penelitian. Hasil pengukuran densitas dapat dilihat pada Tabel 5.3

**Tabel 5. 3 Hasil Pengukuran Densitas Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Bulak**

Sampling Hari Ke	Massa Sampah	Volume Sampah	Densitas	Densitas rata- rata	Densitas Rata- rata tiap TPS
	(kg)	(m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )
1	81,25	0,9000	90,28	93,422	91,79
	119,5	1,2375	96,57		
2	108,68	1,2375	87,82	87,696	
	98,52	1,1250	87,57		
3	103,30	1,0125	102,02	100,654	
	100,525	1,0125	99,28		
4	99,40	1,2938	76,83	85,393	
	105,7	1,1250	93,96		
5	216	2,223	97,17	111,565	
	163,25	1,296	125,96		
6	324	2,223	145,75	168,203	174,78
	226,50	1,188	190,66		
7	330	2,052	160,82	206,695	
	245,5	0,972	252,57		
8	330,45	1,881	175,68	212,665	
	215,7	0,864	249,65		

<b>Densitas rata-rata</b>	133,29
<b>Densitas minimum</b>	85,39
<b>Densitas maksimum</b>	212,67

Berdasarkan Tabel 5.3 densitas sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak berkisar antara 85,39-212,67 kg/m<sup>3</sup>. Berdasarkan perhitungan didapatkan densitas rata-rata adalah sebesar 133,29 kg/m<sup>3</sup>. Nilai densitas yang diperoleh merupakan nilai densitas sampah pada kendaraan pengumpul/gerobak sampah.

Volume sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak dihitung dengan mengukur langsung volume kendaraan pengumpul sampah yang masuk ke TPS. Setiap TPS memiliki jumlah dan jenis kendaraan pengumpul yang berbeda-beda, tergantung luas area pelayanannya. Volume sampah di masing-masing TPS dapat dilihat pada Tabel 5.4

**Tabel 5. 4 Volume Sampah tiap TPS di Kecamatan Bulak**

No.	Nama TPS	Jumlah Gerobak	Kapasitas Kendaraan Pengumpul	Volume Sampah
		Buah	(m <sup>3</sup> /hari)	(m <sup>3</sup> /hari)
1	TPS Tambak Deres	44	44,2	63,00
2	TPS Memet	10	13,6	16,94
3	TPS Kenjeran	3	3,8	12,05
<b>TOTAL</b>		<b>57</b>	<b>62</b>	<b>92,0</b>

Berdasarkan Tabel 5.4, volume total yang masuk ke TPS sebesar 92 m<sup>3</sup>/hari, sementara kapasitas total dari seluruh kendaraan pengumpul hanya sebesar 62 m<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa volume sampah lebih besar daripada kapasitas kendaraan pengumpul. Guna mencukupi kebutuhan pelayanan pengumpulan sampah, beberapa gerobak dinaikkan kapasitasnya dengan menggunakan triplek atau kayu.

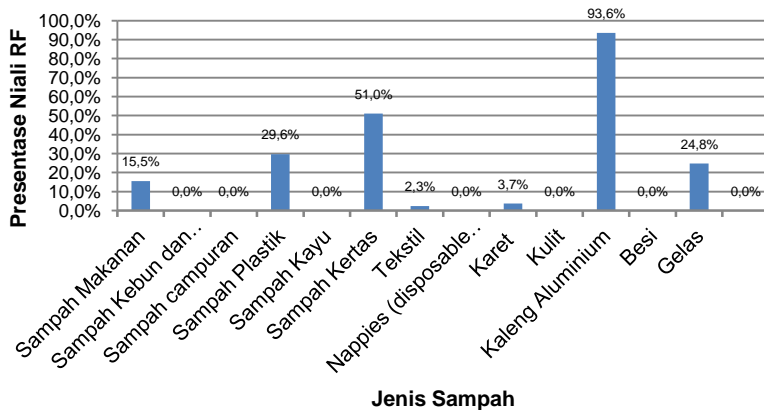
#### 5.1.4 *Recovery Factor* (RF) Sampah Rumah Tangga Kecamatan Bulak

Nilai RF ditentukan untuk setiap jenis sampah yang telah dipilah. Penentuan ini dilakukan dengan cara menimbang setiap jenis sampah yang memiliki nilai jual/bernilai ekonomi.

Nilai RF dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut,

$$RF = \frac{\text{Berat sampah yang memiliki nilai ekonomi}}{\text{berat per jenis sampah}} \times 100\%$$

Hasil perhitungan nilai *recovery factor* dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan secara lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.12. Nilai *recovery factor* yang didapatkan merupakan hasil rata-rata RF selama 8 hari penelitian. Sebagian besar sampah yang bernilai ekonomi adalah jenis sampah kering. Sampah tersebut meliputi sampah kertas, plastik, dan kaleng aluminium.



**Gambar 5. 12 Nilai *Recovery Factor* Setiap Jenis Sampah**

Pada Gambar 5.12 dapat dilihat bahwa jenis sampah yang memiliki nilai RF paling tinggi adalah sampah kaleng aluminium. Persentase RF kaleng aluminium mencapai 93,58%. Sebagian besar kaleng aluminium diambil oleh petugas TPS/pemulung, untuk dijual yang tidak diambil karena memang kondisinya yang sudah tidak layak. Jenis sampah kaleng aluminium yang diambil berupa kaleng susu dan kaleng minuman

yang dapat dilihat pada Gambar 5.13. Jenis sampah yang memiliki nilai RF terbesar selanjutnya adalah sampah kertas sebesar 51,05% diikuti dengan sampah plastik 29,63 % dan gelas 24,81%, karet sebesar 3,73% dan tekstil 2,31%. Jenis sampah kertas yang diambil berupa karton, *tetrapack*, buku bekas, dan kardus yang dapat dilihat pada Gambar 5.14 Sampah plastik yang diambil dapat dilihat pada Gambar 5.15, sebagian besar berupa botol air mineral kemasan, gelas air mineral, dan mika. Jenis sampah gelas yang diambil berupa botol UC, botol sirup, dan botol obat yang dapat dilihat pada Gambar 5.16



**Gambar 5. 13 Sampah Kaleng Aluminium**



**Gambar 5. 14 Sampah Kertas**



**Gambar 5. 15 Sampah Plastik**



**Gambar 5. 16 Sampah Gelas/Kaca**

Selain itu sampah basah yang memiliki nilai RF adalah jenis sampah sisa makanan. Sampah makanan yang dimaksud meliputi sisa sayuran yang masih layak, roti, serta sampah nasi. Berdasarkan hasil wawancara kepada petugas TPS terkait, sampah sisa makanan tersebut diambil untuk digunakan sebagai pakan ternak/ikan bukan untuk dikomposkan.

**Tabel 5. 5 Penentuan Nilai RF Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Bulak**

No	Komponen Sampah	Berat Sampah yang dapat Direcovery (kg/hari)								Rata -rata (Kg/ hari)	Total Berat Sampah (Kg/ hari)	Per sentase
		1	2	3	4	5	6	7	8			
1	<b>Sampah dapat dikomposkan</b>											
	Sampah Makanan	12,46	7,51	11,61	10,90	0,00	7,41	1,02	2,94	6,73	43,52	15,47%
	Sampah Kebun dan Taman	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,67	0,0%
	Sampah campuran	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,32	0,0%
	<b>Total</b>	<b>12,46</b>	<b>7,51</b>	<b>11,61</b>	<b>10,90</b>	<b>0,00</b>	<b>7,41</b>	<b>1,02</b>	<b>2,94</b>	<b>6,73</b>	<b>60,50</b>	<b>11,13%</b>
2	<b>Sampah Plastik</b>	1,97	1,18	6,12	7,19	3,86	2,68	2,57	1,58	3,39	11,45	29,63%
3	<b>Sampah Kayu</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,34	0,0%
4	<b>Sampah Kertas</b>	2,72	2,10	2,52	3,35	1,15	8,35	2,75	2,30	3,16	6,18	51,05%
5	<b>Tekstil</b>	0,00	0,00	0,39	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	2,25	2,31%
6	<b>Nappies (disposable diapers)</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,74	0,0%
7	<b>Karet</b>	0,01	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,73	3,73%
8	<b>Kulit</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,0%
9	<b>Logam</b>											
	Kaleng Aluminium	0,08	0,19	0,18	0,36	0,25	0,25	0,55	0,25	0,26	0,28	93,58%
	Besi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00%
	<b>Total</b>	<b>0,08</b>	<b>0,19</b>	<b>0,18</b>	<b>0,36</b>	<b>0,25</b>	<b>0,25</b>	<b>0,55</b>	<b>0,25</b>	<b>0,26</b>	<b>0,31</b>	<b>85,94%</b>
10	<b>Gelas</b>	0,00	0,00	3,67	0,00	0,72	0,15	0,19	0,10	0,60	2,44	24,81%
11	<b>Lain-lain</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,41	0,0%
<b>Total</b>		<b>17,25</b>	<b>11,18</b>	<b>24,49</b>	<b>21,82</b>	<b>5,98</b>	<b>18,84</b>	<b>7,08</b>	<b>7,17</b>	<b>14,23</b>	<b>105,47</b>	<b>13,49%</b>

### 5.1.5 Proyeksi Penduduk dan Jumlah Sampah Rumah Tangga Kecamatan Bulak

#### 5.1.5.1 Proyeksi Jumlah Penduduk

Jumlah sampah rumah tangga semakin meningkat seiring dengan pertambahan penduduk. Perhitungan proyeksi penduduk diperlukan untuk memperkirakan jumlah penduduk dan jumlah sampah selama masa perencanaan yaitu sampai tahun 2020. Perhitungan proyeksi penduduk memerlukan data *time series* perkembangan jumlah penduduk tahun sebelumnya. Pada penelitian ini menggunakan data jumlah penduduk lima tahun ke belakang, mulai tahun 2013–2017. Jumlah penduduk diproyeksikan sampai tahun 2020 sesuai dengan skenario yaitu adanya program Indonesia Bebas Sampah Tahun 2020. Data jumlah penduduk Kecamatan Bulak dapat dilihat pada Tabel 5.6

**Tabel 5. 6 Data Jumlah Penduduk Kecamatan Bulak**

Kelurahan	Tahun				
	2013	2014	2015	2016	2017
Kedung Cowek	5643	5449	5620	5835	6077
Kenjeran	6433	6149	6487	6728	6894
Bulak	19401	18280	19140	19857	20528
Sukolilo Baru	11653	10764	10929	10994	11077
<b>Jumlah Penduduk</b>	<b>43130</b>	<b>40642</b>	<b>42176</b>	<b>43414</b>	<b>44576</b>

Sumber : Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil, 2017

Proyeksi penduduk dihitung berdasarkan salah satu dari tiga metode yaitu aritmatik, geometrik, atau *least square*. Metode yang akan digunakan dipilih dengan membandingkan nilai koefisien korelasi yang paling mendekati 1. Berikut ini adalah perhitungan nilai korelasi dari setiap metode.

#### a. Metode Aritmatik

Perhitungan koefisien korelasi berdasarkan rumus 2.19.

Perhitungan koefisien korelasi dengan metode aritmatik dapat dilihat pada Tabel 5.7

**Tabel 5. 7 Koefisien Korelasi Metode Aritmatik**

Tahun	Jumlah penduduk	X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	r
2013	43130	0	0	0	0	0	<b>0,683</b>
2015	42176	1	-954	-954	1	910116	
2016	43414	2	1238	2476	4	1532644	
2017	44576	3	1162	3486	9	1350244	
<b>Jumlah</b>	<b>173296</b>	<b>6</b>	<b>1446</b>	<b>5008</b>	<b>14</b>	<b>3793004</b>	

## b. Metode Geometrik

Perhitungan koefisien korelasi berdasarkan rumus 2.19. Perhitungan koefisien korelasi dengan metode geometrik dapat dilihat pada Tabel 5.8

**Tabel 5. 8 Koefisien Korelasi Metode Geometrik**

Tahun	Jumlah Penduduk	X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	r
2013	43130	1	10,67	10,672	1	113,89	<b>0,709</b>
2015	42176	2	10,65	21,299	4	113,41	
2016	43414	3	10,68	32,036	9	114,03	
2017	44576	4	10,70	42,820	16	114,5959	
<b>Jumlah</b>	<b>173296</b>	<b>10</b>	<b>42,71</b>	<b>106,83</b>	<b>30</b>	<b>455,93</b>	

c. Metode *Least Square*

Perhitungan koefisien korelasi berdasarkan rumus 2.19. Perhitungan koefisien korelasi dengan metode *least square* dapat dilihat pada Tabel 5.9

**Tabel 5. 9 Koefisien Korelasi Metode *Least Square***

Tahun	Jumlah Penduduk	X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	r
2013	43130	1	43130	43130	1	1860196900	<b>0,729</b>
2015	42176	2	42176	84352	4	1778814976	



Tahun	Jumlah Penduduk	X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	r
2016	43414	3	43414	130242	9	1884775396	
2017	44576	4	44576	178304	16	1987019776	
<b>Jumlah</b>	<b>173296</b>	<b>10</b>	<b>173296</b>	<b>436028</b>	<b>30</b>	<b>7510807048</b>	

Nilai koefisien korelasi dari ketiga metode yang telah didapatkan selanjutnya dibandingkan. Hasil perbandingan koefisien korelasi dapat dilihat pada Tabel 5.10

**Tabel 5. 10 Perbandingan Nilai Koefisien Korelasi**

Metode	Nilai r
Aritmatik	0,683
Geometrik	0,709
Least square	0,729

Berdasarkan hasil perhitungan dari ketiga metode diatas, nilai koefisien korelasi yang mendekati 1 adalah metode *least square*, sehingga proyeksi penduduk dihitung menggunakan metode *least square*. Perhitungan proyeksi penduduk dengan metode *least square* menggunakan persamaan 2.11.

$$P_n = a + b (N)$$

Perhitungan proyeksi penduduk sampai tahun 2020 dilakukan per kelurahan. Sehingga diperlukan perhitungan nilai a dan b untuk setiap kelurahan. Nilai a dan b setiap kelurahan dihitung dengan menggunakan persamaan 2.17 dan persamaan 2.18. Hasil perhitungan nilai a dan b setiap kelurahan dapat dilihat pada Tabel 5.11

**Tabel 5. 11 Nilai a dan b tiap Kelurahan**

No.	Wilayah	a	b
1	Kedung Cowek	0,002387	152
2	Kenjeran	0,002084	162
3	Bulak	0,000700	410
4	Sukolilo Baru	0,001228	-166

Setelah didapatkan nilai a dan b setiap kelurahan, selanjutnya dilakukan perhitungan proyeksi penduduk tiap kelurahan dengan persamaan 2.16. Hasil perhitungan proyeksi penduduk dapat dilihat pada Tabel 5.12

**Tabel 5. 12 Perhitungan Proyeksi Penduduk tiap Kelurahan**

No.	Wilayah	Jumlah Penduduk (jiwa)			
		2017	2018	2019	2020
1	Kedung Cowek	6077	6229	6380	6532
2	Kenjeran	6894	7056	7219	7381
3	Bulak	20528	20938	21348	21757
4	Sukolilo Baru	11077	10911	10744	10578
<b>Jumlah</b>		<b>44576</b>	<b>45134</b>	<b>45691</b>	<b>46249</b>

Berikut contoh perhitungan proyeksi penduduk Kelurahan Kedung Cowek tahun 2018 dengan data awal yang digunakan adalah jumlah penduduk tahun 2017,

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah penduduk awal (Po)} &= \text{jumlah penduduk tahun 2017} \\
 &= 6077 \text{ jiwa} \\
 \text{Kurun waktu (N)} &= 2018 - 2017 \\
 &= 1 \\
 \text{Nilai a Kedung Cowek} &= 0,002387 \\
 \text{Nilai b Kedung Cowek} &= 152 \\
 \text{Jumlah penduduk 2018 (Pn)} &= Po + (a+bN) \\
 &= 6077 + (0,002387 + 152(1)) \\
 &= 6229 \text{ jiwa}
 \end{aligned}$$

Perhitungan dilakukan untuk setiap kelurahan, selanjutnya dijumlahkan untuk mengetahui jumlah total satu kecamatan setiap tahunnya. Hasil perhitungan pertambahan penduduk Kecamatan Bulak dapat dilihat pada Tabel 5.13

**Tabel 5. 13 Pertambahan Penduduk Kecamatan Bulak**

Tahun	2017	2018	2019	2020
<b>Jumlah Penduduk</b>	44.576	45.134	45.691	46.249
<b>Pertambahan Penduduk</b>	0	558	558	558
<b>% Pertumbuhan Penduduk</b>	0	1,251	1,235	1,220

### 5.1.5.2 Proyeksi Jumlah Sampah

Setelah dilakukan proyeksi penduduk selanjutnya adalah melakukan proyeksi jumlah sampah. Jumlah sampah dihitung selama masa perencanaan yaitu sampai tahun 2020. Proyeksi jumlah sampah dihitung per kelurahan dengan mengalikan jumlah penduduk dan laju timbulan sampah. Hasil pengukuran laju timbulan sampah adalah 0,414 kg/org.hari. Hasil perhitungan jumlah sampah dapat dilihat pada Tabel 5.14

**Tabel 5. 14 Proyeksi Jumlah Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Bulak**

Kelurahan	Timb.sampah (kg/orang.hari)	Timbulan Sampah (kg/hari)			
		Tahun Proyeksi			
		2017	2018	2019	2020
Kedung Cowek	0,414	2516	2579	2641	2704
Kenjeran		2854	2921	2989	3056
Bulak		8499	8668	8838	9008
Sukolilo Baru		4586	4517	4448	4379
<b>Jumlah</b>		<b>18.454</b>	<b>18.685</b>	<b>18.916</b>	<b>19.147</b>

Berikut contoh perhitungan proyeksi jumlah sampah Kelurahan Kedung Cowek

Jumlah penduduk Tahun 2018 = 6.229 jiwa

Laju timbulan sampah = 0,414 kg/org.hari

Jumlah sampah Tahun 2018 :

= Jumlah penduduk x laju timbulan

= 6.229 org x 0,414 kg/org.hari

= 2.579 kg/hari

### 5.1.6 Persentase Pelayanan Sampah di Kecamatan Bulak

Untuk mengetahui persen pelayanan setiap TPS di Kecamatan Bulak, maka dilakukan pemetaan TPS. Pemetaan TPS dilakukan pada tiga TPS yaitu TPS Tambak Deres, TPS Memet, dan TPS Kenjeran. Pemetaan TPS diperlukan untuk mengetahui area pelayanan TPS, jumlah kendaraan pengumpul yang beroperasi di TPS dan volume sampah. Sebelum ditentukan persen pelayanan setiap TPS maka perlu diketahui area

pelayanan dari masing-masing TPS. Area pelayanan masing-masing TPS dapat dilihat pada Tabel 5. 15.

**Tabel 5. 15 Area Pelayanan dan Volume Sampah tiap TPS**

Nama TPS	Kelurahan yang dilayani	Kecamatan	Jumlah Gerobak	Jumlah Ritasi	Volume Sampah
					(m3)
TPS Tambak Deres	Kedung Cowek	Bulak	44	6	6,00
	Bulak	Bulak		49	51,40
	Kenjeran	Bulak		5	5,60
TOTAL				60	63,00
TPS Memet	Sukolilo Baru	Bulak	10	7	9,34
	Tambak Sari	Tambaksari		3	7,60
TOTAL				10	16,94
TPS Kenjeran	Sukolilo Baru	Bulak	3	6	3,25
	Kenjeran	Bulak		3	8,80
TOTAL				3	12,05
TOTAL				13	92,0

Berdasarkan Tabel 5.15, TPS Memet tidak hanya melayani wilayah Kecamatan Bulak akan tetapi juga melayani pengumpulan sampah dari Kecamatan Tambaksari. Setelah diketahui area pelayanan masing-masing TPS selanjutnya dapat ditentukan volume dan timbulan sampah eksisting yang terangkut ke TPS dari setiap kelurahan. Timbulan sampah yang terangkut dihitung dengan cara mengalikan volume sampah dari setiap kelurahan dengan densitas sampah di gerobak. Persen pelayanan tahun 2018 didapatkan dengan membandingkan jumlah sampah yang dilayani pengumpulan ke TPS dengan jumlah sampah hasil perkalian laju timbulan sampah dan jumlah penduduk. Hasil perhitungan persen pelayanan setiap kelurahan di Kecamatan Bulak dapat dilihat pada Tabel 5.16

**Tabel 5. 16 Persen Pelayanan Setiap Kelurahan**

No	Kelurahan	Timbulan sampah	Volume sampah di TPS	Densitas	Timbulan Sampah terangkut di TPS	Persen tase Pelayanan
		(kg/hari)	(m <sup>3</sup> /hari)	(m <sup>3</sup> /hari)	(kg/hari)	(%)
1	Kedung Cowek	2578,68	6,00		799,72	31,01
2	Kenjeran	2921,35	14,40		1919,60	66,71
3	Bulak	8668,25	51,40	133,29	6850,94	79,03
4	Sukolilo Baru	4517,03	12,59		1677,81	37,14
<b>Jumlah</b>		<b>18685,31</b>	<b>84,39</b>		<b>11248,07</b>	<b>60,20</b>

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 5.16, dapat dilihat bahwa persentase pelayanan pengumpulan sampah di Kecamatan Bulak pada tahun 2018 sebesar 60,20%. Hal ini menunjukkan bahwa belum semua wilayah terlayani pengumpulan sampahnya. Sebanyak 39,80% sampah yang belum terlayani tidak dikelola atau tidak dibuang ke TPA. Berdasarkan hasil pengamatan sampah yang tidak dikelola diperlakukan dengan cara dibakar, ditimbun disekitar penghasil sampah, dibuang di tanah kosong, atau dibuang ke laut. Pembakaran sampah dilakukan di TPS Kenjeran. Jumlah sampah yang diperlakukan dengan dibakar terbuka diketahui melalui selisih antara jumlah sampah yang masuk ke TPS dan jumlah sampah yang terangkut ke TPA. Jumlah sampah yang terangkut ke TPA dari TPS Kenjeran berdasarkan data Bulan Januari 2018 dapat dilihat pada Tabel 5.17.

**Tabel 5. 17 Jumlah Sampah yang Terangkut ke TPA dari TPS Kenjeran**

No	Plat Nomor Truk	Massa sampah yang diangkut Januari 2018 (kg)
1	L8032SP	1750
2	L8032SP	2440
3	L8032SP	2400
4	L8032SP	2190
Total (kg/bulan)		8780

Sumber : Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau, 2018

Dari Tabel 5.17 diketahui total sampah yang terangkut ke TPA sebesar 8780 kg/bulan. Sementara, jumlah sampah yang terangkut ke TPS Kenjeran diketahui berdasarkan hasil *mapping* sebesar 48191,14 kg/bulan. Berdasarkan Tabel 5.15 volume sampah yang dikumpulkan ke TPS Kenjeran sebesar 12,05 m<sup>3</sup>/hari. Massa sampah yang dibakar secara terbuka diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut,

Volume sampah yang masuk ke TPS Kenjeran = 12,05 m<sup>3</sup>/hari

Densitas sampah di gerobak = 133,29 kg/ m<sup>3</sup>

Massa sampah = volume x densitas

= 12,05 m<sup>3</sup>/hari x 133,29 kg/ m<sup>3</sup>

= 1606,37 kg/hari

= 48191,14 kg/bulan

Jumlah sampah yang dibakar

= sampah yang masuk ke TPS – sampah yang diangkut ke TPA

= 48191,14 - 8780 kg/bulan

= 39411,14 kg/bulan

= 472933,74 kg/tahun

Total jumlah sampah pada tahun 2018 = 18685 kg/hari

= 6820139,26 kg/tahun

Persentase jumlah sampah yang dibakar

= (jumlah sampah yang dibakar : jumlah sampah total) x 100%

= 472933,74 kg/tahun : 6820139,26 kg/tahun x 100%

= 0,6%

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka sebesar 0,6% sampah di Kecamatan Bulak diperlakukan dengan cara dibakar secara terbuka. Sementara sisanya sebesar 39,2% dilakukan pembuangan kelaut atau ditimbun di sekitar penghasil sampah. Selain itu juga dilakukan pengamatan terhadap kapasitas alat penampung yang terdapat dari masing-masing TPS. Pengamatan yang dilakukan meliputi jenis, kondisi, jumlah, dan kapasitas alat penampung. Tujuannya adalah untuk mengetahui volume total yang dapat ditampung oleh kontainer. Nilai densitas pada kontainer truk perlu diketahui untuk menentukan jumlah sampah yang dapat terangkut oleh kontainer. Kondisi kontainer yang digunakan ada dua macam yaitu kontainer tanpa tutup dan kontainer tertutup. Nilai densitas sampah di kontainer truk dapat dilihat pada Tabel 5.18

**Tabel 5. 18 Nilai Densitas Sampah di Kontainer**  
**Kondisi Kontainer    Densitas Sampah (kg/m<sup>3</sup>)**

Tanpa Tutup	389,58
Tertutup	256,03

Sumber : Ambariski, 2016

Hasil pengamatan alat penampung yang ada di TPS dapat dilihat pada Tabel 5.19

**Tabel 5. 19 Kapasitas Alat Penampung di TPS**

No	TPS	Jenis	Kondisi	Jumlah	Kapasitas	Kapasitas Total	*Massa Total
				(unit)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(kg)
1	Tambak Deres	Kontainer	Terbuka	2	10	20	7791,6
2	Memet	Kontainer	Tertutup	1	10	10	2560,3
3	Kenjeran	Kontainer	Tertutup	1	8	8	2048,24
		Mini Bin	Terbuka	5	0,66	3,3	
Total				9	28,66	41,3	12400,14

\*) Keterangan

Massa total = kapasitas total kontainer x densitas kontainer (tertutup/tanpa tutup)  
 $= 20 \text{ m}^3 \times 389,58 \text{ kg/ m}^3$   
 $= 7791,6 \text{ kg}$

Tabel 5.18 menunjukkan kapasitas total kontainer adalah 41,3 m<sup>3</sup> dan massa total yang mampu terangkut oleh kontainer adalah 12400,14 kg/hari. Berdasarkan hal ini maka dapat diketahui kapasitas kontainer mencukupi atau tidak dalam melayani pengangkutan sampah di Kecamatan Bulak. Volume sampah eksisting yang dapat masuk ke kontainer dihitung dengan cara membagi massa sampah yang terangkut dengan densitas kontainer. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.20

**Tabel 5. 20 Volume Sampah Masuk Kontainer**

No.	Kelurahan	Jumlah timbulan sampah terangkut	Densitas Kontainer	Volume yang masuk ke kontainer
		(kg/hari)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )
1	Kedung Cowek	799,72	389,58	2,05
2	Kenjeran	1919,60	256,03	7,50
3	Bulak	6850,94	389,58	17,59
4	Sukolilo Baru	1677,81	256,03	6,55
<b>Jumlah</b>		<b>11.248,07</b>		<b>33,69</b>

Total volume sampah eksisting adalah sebesar 33,69 m<sup>3</sup>. Sementara kapasitas total kontainer adalah 41,4 m<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas kontainer masih mencukupi untuk melayani pengangkutan sampah eksisting 2018.

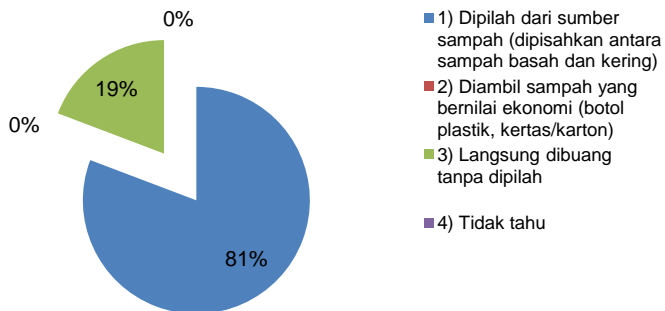
### **5.1.7 Peran serta Masyarakat dalam Kegiatan Pengelolaan Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Bulak.**

Untuk mengetahui peran serta masyarakat Kecamatan Bulak dalam mengelola sampah rumah tangga, dilakukan penyebaran kuesioner dan wawancara. Wawancara dilakukan dengan target responden adalah pihak stakeholder kampung seperti ketua RW, RT, ketua dasawisma, kader lingkungan, tokoh masyarakat atau pengelola bank sampah dari setiap kelurahan. Hal ini dimaksudkan agar informasi yang diperoleh dapat merepresentasikan pengelolaan sampah yang dilakukan oleh anggota masyarakatnya. Informasi yang didapatkan diantaranya adalah pengetahuan mengenai bagaimana seharusnya sampah diperlakukan (dipilah, dibuang, atau dibakar) dan perlakuan terhadap sampah yang telah diterapkan (pemilahan dan pengomposan).

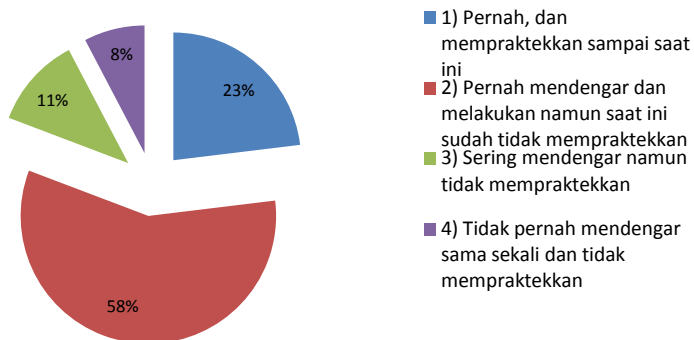
- a. Pengetahuan Masyarakat Terhadap Pengelolaan Sampah  
 Pengetahuan mengenai pengelolaan sampah yang dimaksud adalah berupa pengelolaan sampah di sumber dan pengetahuan tentang kegiatan 3R. Jumlah total responden



sebanyak 26 orang stakeholder kampung yang mewakili setiap kelurahan. Hasil wawancara pengetahuan masyarakat terhadap pengelolaan sampah dapat dilihat pada Gambar 5.17 dan Gambar 5.18. Berdasarkan Gambar 5.17 dan Gambar 5.18 menunjukkan bahwa masyarakat telah cukup tahu jika sampah perlu dipilah dan direduksi dari sumbernya, namun kemauan masyarakat masih sangat kurang untuk menerapkan reduksi sampah dari sumbernya. Upaya sosialisasi telah dilakukan, berdasarkan hasil kuesioner sebagian besar masyarakat hanya bersedia datang saja, namun tidak bersedia menerapkan. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat memiliki potensi yang mendukung tercapainya program Indonesia Bebas Sampah tahun 2020 melalui peningkatan pengetahuan dan kemauan dalam mereduksi sampah dari sumber. Berdasarkan hasil wawancara, terdapat beberapa Bank Sampah di Kecamatan Bulak, tepatnya di Kelurahan Kedung Cowek dan Kelurahan Sukolilo Baru, namun saat ini sebagian besar tidak beroperasi. Hal ini disebabkan karena beberapa hal, seperti tidak adanya tempat untuk menyimpan barang lapak jika dideiamkan dalam waktu lama. Selain itu juga terdapat adanya renovasi tempat bank sampah sehingga untuk sementara tidak dapat digunakan.



**Gambar 5. 17 Pengetahuan Masyarakat Terhadap Pengelolaan Sampah di Sumber**

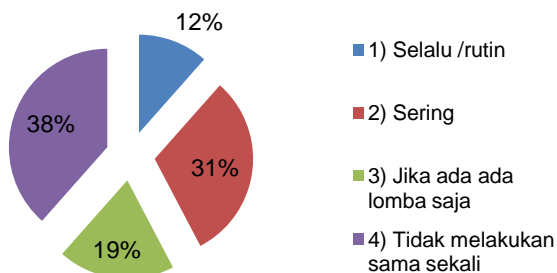


**Gambar 5. 18 Pengetahuan Masyarakat Terhadap Program 3R**

b. Perlakuan Masyarakat Terhadap Sampah

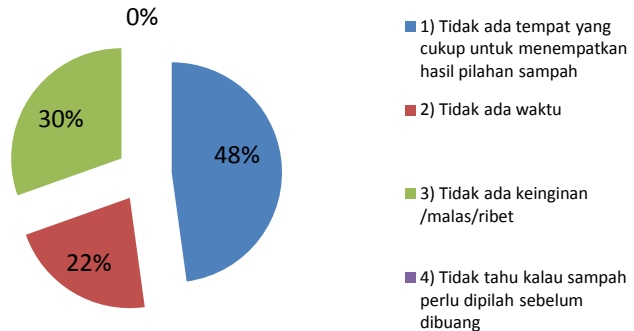
- Pemilahan Sampah

Hasil kuesioner mengenai pemilahan sampah dapat dilihat pada Gambar 5.19 dan Gambar 5.20. Berdasarkan hasil wawancara diperoleh informasi bahwa sebagian besar responden tidak melakukan pemilahan sampah sama sekali. Sementara responden yang melakukan pemilahan sampah secara rutin hanya sebesar 12%. Jenis sampah yang biasanya dipilah antara lain sampah kering (botol, kardus, *tetrapack*, koran, plastik, mika, dan besi) dan sampah basah (sisa sayuran, sampah dapur, dan sampah sisa makanan).



**Gambar 5. 19 Penerapan Pemilahan Sampah**

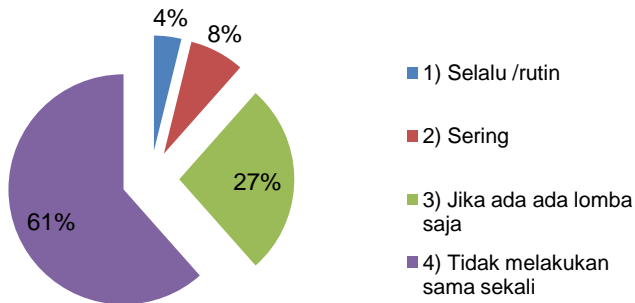
Alasan responden tersebut enggan untuk melakukan pemilahan sampah karena beberapa hal. Sebagian besar menyatakan alasan enggan memilah sampah karena tidak ada tempat yang cukup untuk menempatkan hasil pilahan sampah, ribet dan malas, serta tidak ada waktu. Persentase alasan responden enggan memilah sampah dapat dilihat pada Gambar 5.20.



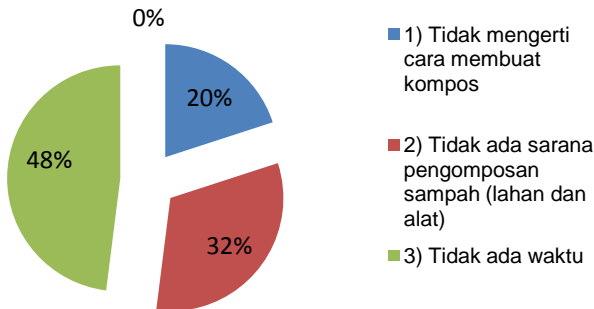
**Gambar 5. 20 Alasan Tidak Memilah Sampah**

- **Pengomposan Sampah**

Berdasarkan hasil wawancara diperoleh informasi bahwa sebagian besar responden tidak melakukan pengomposan dan melakukan pengomposan hanya jika ada lomba saja. Beberapa alasan responden tidak melakukan pengomposan sebagian besar diantaranya adalah karena tidak ada waktu. Jenis sampah yang biasanya dikomposkan adalah sampah sisa makanan, sisa sayur, dan sampah kebun/taman. Persentase responden dalam melakukan pengomposan dapat dilihat pada Gambar 5.21 dan Gambar 5.22.



**Gambar 5. 21 Penerapan Pengomposan Sampah**



**Gambar 5. 22 Alasan Tidak Melakukan Pengomposan**

## **5.2 Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca dari Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Bulak**

Perhitungan emisi GRK dari sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak dilakukan dengan menggunakan pendekatan IPCC *tier* 2. Pemilihan faktor emisi yang digunakan dalam perhitungan berdasarkan ketetapan IPCC dan data aktivitas lainnya berdasarkan hasil pengukuran di lapangan. Estimasi emisi dari pengelolaan sampah dilakukan sebagai *baseline* dalam perhitungan emisi GRK dari sektor sampah di Kecamatan Bulak. Selain itu juga sebagai acuan untuk mencapai target pemerintah

dalam penurunan emisi yang tertuang pada Peraturan Presiden RI Nomor 61 Tahun 2011. Penurunan emisi GRK dari sektor limbah merupakan salah satu prioritas dalam penurunan emisi GRK di Indonesia, hal ini terkait dengan perbaikan lingkungan dan peningkatan kesehatan masyarakat. Dengan adanya pengukuran emisi diharapkan dapat terbentuk program pengelolaan sampah yang tepat untuk mencegah terbentuknya emisi GRK dan penanganan emisi GRK dapat dilakukan dengan tepat. Perhitungan emisi GRK dilakukan pada tahun 2020 untuk mengetahui ketercapaian gerakan Indonesia Bebas Sampah Tahun 2020 di Kecamatan Bulak. Indonesia bebas sampah tahun 2020 merupakan program yang dicanangkan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) sejak tahun 2014 untuk mendorong pemerintah dan masyarakat agar lebih peduli terhadap sampah melalui pengembangan kegiatan 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*). Target bebas sampah 2020 diartikan sebagai usaha untuk mengurangi timbulan sampah, mengolah sampah, dan mengurangi efek negatif dari sampah sehingga dapat meminimalisir jumlah sampah yang masuk ke TPA (Suryani, 2017).

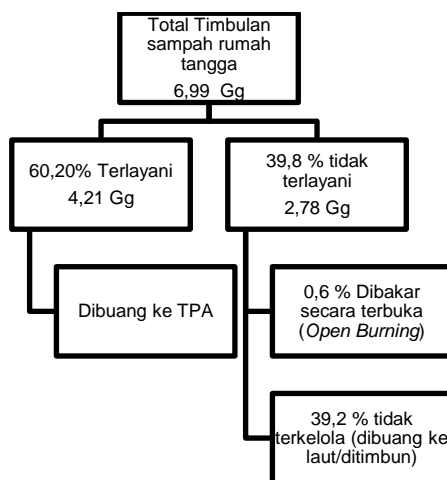
### **5.2.1 Keseimbangan Massa Setiap Skenario**

Sebelum melakukan perhitungan emisi GRK, maka perlu dilakukan perhitungan keseimbangan massa untuk setiap skenario. Tujuannya adalah untuk mengetahui jumlah sampah yang tereduksi, jumlah sampah yang dibakar, ditimbun, dan dibuang ke TPA.

#### **a. Keseimbangan massa skenario 1**

Perhitungan Emisi GRK skenario 1 adalah perhitungan emisi GRK pada tahun 2020 dengan asumsi kondisi sama seperti dengan eksisting tahun 2018. Hal ini menggambarkan pengelolaan sampah yang dilakukan oleh masyarakat Kecamatan Bulak pada Tahun 2018 yang menunjukkan tidak adanya reduksi sampah. Besar persentase pelayanan sampah pada kondisi eksisting adalah 60,20 %. Angka ini menunjukkan bahwa belum semua sampah dilayani oleh pemerintah, atau hanya 60,20 % sampah yang dapat terangkut ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Sebesar 39,8 % sampah yang belum terlayani artinya tidak dibuang ke TPS dan diangkut ke TPA. 0,6% sampah

diperlakukan dengan dibakar dan sisanya sebesar 39,2% dibuang ke laut atau ditimbun. Pada penelitian ini tidak dilakukan perhitungan emisi untuk sampah yang dibuang ke laut/ditimbun. Berdasarkan pengamatan kondisi di lapangan, terdapat perlakuan sampah dengan cara dibakar secara terbuka. Pengelolaan sampah dengan cara dibakar merupakan salah satu indikator yang menunjukkan kesadaran masyarakat masih rendah dalam mengelola sampah secara benar (Candak, 2010). Jadi emisi GRK skenario pertama dihitung berdasarkan sampah yang terangkut ke TPA dan sampah yang dibakar secara terbuka. Kesetimbangan massa pada skenario pertama dapat dilihat pada Gambar 5.23. Dari gambar 5.23 menunjukkan jumlah sampah yang terlayani sebesar 4,21 Gg dibuang ke TPA, sedangkan sampah yang tidak dilayani dilakukan pembakaran secara terbuka sebesar 2,78 Gg.

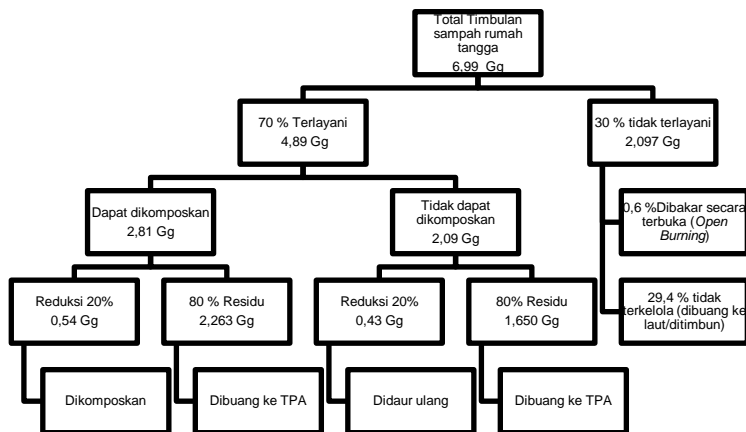


**Gambar 5. 23 Kesetimbangan Massa Skenario 1**

**b. Kesetimbangan massa skenario 2**

Perhitungan emisi GRK skenario 2 adalah perhitungan emisi GRK pada Tahun 2020 dengan kondisi kegiatan 3R berjalan sesuai dengan target pemerintah. Target pemerintah dalam peningkatan persentase timbulan sampah yang terkelola

pada tahun 2019 sebesar 70% dengan tingkat reduksi sebesar 20% (Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia, 2015). Berdasarkan hal tersebut maka, perhitungan emisi GRK skenario 2 dilakukan dengan rincian 70% sampah terlayani, reduksi sampah 20%, dan 30% sampah tidak terlayani. Dari 30% sampah yang terlayani, diasumsikan 0,6% masih dilakukan pembakaran secara terbuka seperti skenario 1. Sementara 29,4% sisanya tidak terkelola sehingga tidak diperhitungkan emisinya. Pencapaian target reduksi didasarkan pada potensi masyarakat dalam menangani sampah yang dihasilkan yaitu pemilahan dan pengomposan sampah yang dapat dilihat pada nilai potensi *recovery factor* kondisi eksisting. Berdasarkan hasil kuesioner didapatkan hasil bahwa masyarakat yang bersedia melakukan pengomposan sebesar 4% dan yang bersedia melakukan pemilahan/daur ulang sampah sebesar 12%. Masyarakat merupakan pihak yang berperan penting dalam mendaur ulang dan mengolah sampah menjadi kompos. Adanya kegiatan daur ulang akan mempengaruhi jumlah sampah yang dibuang ke TPA. Dengan demikian, pada skenario dua perhitungan emisi berdasarkan jumlah sampah yang dikomposkan (potensi masyarakat untuk mengomposkan 4%, potensi daur ulang 12%) dan sampah residu yang dibuang ke TPA. Pada skenario 2 target reduksi sampah dicapai dengan reduksi di sumber yang dilakukan oleh masyarakat dan reduksi di TPS. Besar reduksi di sumber dengan memperhatikan faktor partisipasi masyarakat adalah sebesar 1,1 %, sehingga untuk mencapai target reduksi 20%, maka reduksi dilakukan di TPS. Kesetimbangan massa untuk perhitungan emisi GRK skenario 2 dapat dilihat pada Gambar 5.24.



**Gambar 5. 24 Keseimbangan Massa Skenario 2**

. Dari Gambar 5.24 dapat dilihat bahwa jumlah sampah yang dapat dikomposkan sebesar 0,54 Gg, sedangkan jumlah sampah yang didaur ulang sebesar 0,43 Gg. Jadi dalam perhitungan emisi GRK skenario dua berdasarkan sampah yang terangkut ke TPA ditambah dengan jumlah sampah yang dibakar dikurangi dengan emisi yang dihasilkan dari kegiatan reduksi yaitu pengomposan sampah. Sementara proses daur ulang sampah tidak dihitung emisinya, melainkan hanya mempengaruhi jumlah sampah yang dibuang ke TPA.

c. Keseimbangan massa skenario 3

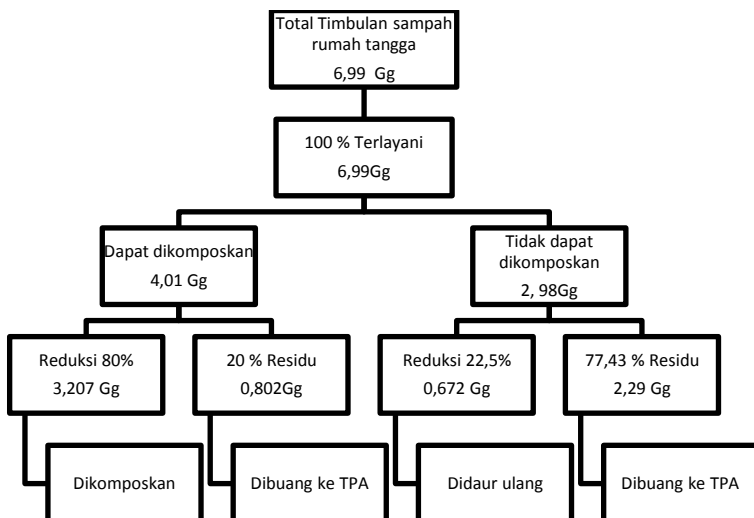
Perhitungan emisi GRK skenario 3 adalah perkiraan emisi GRK dengan adanya gerakan Indonesia Bebas sampah 2020 dan mencapai kondisi ideal. Pada perhitungan skenario ini diasumsikan sampah kering yang bernilai ekonomi dilakukan daur ulang dan dilakukan pengomposan untuk jenis sampah basah yang disesuaikan dengan potensi *recovery factor* maksimum. Tingkat pelayanan yang direncanakan adalah 100% pada tahun 2020 mengacu pada target capaian rencana pembangunan jangka menengah nasional (RPJMN) 2015-2019, sehingga tidak



lagi ada sampah yang dibakar secara terbuka. Usaha yang dilakukan adalah,

- Peningkatan program 3R dengan memaksimalkan potensi *recovery*. Hal ini dapat dicapai dengan upaya pembangunan TPS 3R dan pengembangan jumlah Bank Sampah di Kecamatan Bulak
- Pembangunan rumah kompos yang bekerja sama dengan institusi dari swasta

Reduksi sampah yang direncanakan pada skenario 3 ini sebesar 55,5% (dengan *recovery factor* maksimum). Sampah kering yang bernilai ekonomi dilakukan daur ulang sesuai dengan nilai RF maksimum, begitu juga dengan sampah yang dapat dikomposkan akan dilakukan pengomposan sesuai dengan nilai RF maksimum. Nilai RF maksimum ditentukan berdasarkan literatur (Tchobanoglous *et al*, 1993). Dengan demikian perhitungan emisi GRK pada skenario 3 berasal dari kegiatan pengomposan sampah dan pembuangan sampah ke TPA. Dalam IPCC kegiatan daur ulang tidak dihitung emisinya melainkan hanya mempengaruhi jumlah sampah yang dibuang TPA. Perhitungan kesetimbangan massa pada skenario 3 dapat dilihat pada Gambar 5.25. Dari gambar 5.25, menunjukkan bahwa sampah yang dikomposkan sebesar 3,207 Gg, sampah yang didaur ulang sebesar 0,672 Gg, dan sampah yang dibuang ke TPA sebesar 3,109 Gg.



**Gambar 5. 25 Kesetimbangan Massa Skenario 3**

Secara ringkas perbedaan setiap skenario dapat dilihat pada Tabel 5.21

**Tabel 5. 21 Perbedaan Setiap Skenario**

Skenario	Parameter			
	% Pelayanan	% Reduksi	% tidak terkelola	
			Dibakar	Ditimbun / dibuang ke laut
1 (Tahun 2020 tanpa reduksi)	60,20%	0%	0,6%	39,2%
2 (Tahun 2020, target reduksi pemerintah)	70%	20%	0,6%	29,4%
3 (Tahun 2020, kondisi ideal)	100%	55,5%	0,0%	0,0%

### 5.2.2 Perhitungan Emisi GRK Skenario 1

Perhitungan emisi GRK skenario pertama adalah perhitungan emisi pada Tahun 2020 dengan kondisi pengelolaan sampah seperti kondisi eksisting 2018. Pada pengelolaan sampah eksisting di Kecamatan Bulak yaitu dengan pembuangan sampah ke TPA tanpa upaya reduksi (60,20%) dan pembakaran sampah secara terbuka (*open burning*) sebesar 0,6%. Sementara sisanya, sebesar 39,2% dibuang ke laut atau ditimbun. Pada penelitian ini tidak dilakukan perhitungan emisi untuk sampah yang dibuang ke laut/ditimbun. Dengan demikian, perhitungan emisi skenario satu adalah emisi dari pembuangan sampah ke TPA dan *open burning*.

- Jumlah sampah tahun 2020 = 46.249 kg/hari.
- Total Timbulan sampah dalam 1 tahun (M)  
= 46.249 kg/hari x 365 hari  
= 6.988.655 kg/tahun  
= 6,99 Gg/tahun

#### 1. Sampah yang Dibuang ke TPA

Sampah yang ditimbun di TPA akan menghasilkan gas akibat terjadinya proses degradasi anaerobik dari sampah *biodegradable*. Komponen utama yang dihasilkan yaitu gas metana (CH<sub>4</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Potensi emisi GRK dari pembuangan sampah ke TPA dihitung dengan mempertimbangkan kondisi TPA, dalam penelitian ini adalah TPA Benowo. Perhitungan potensi emisi GRK yang dihasilkan jika sampah dibuang ke TPA adalah sebagai berikut,

- Tingkat pelayanan sampah yang dibuang ke TPA pada tahun 2018 sebesar 60,20 %
- Jumlah sampah yang diangkut ke TPA,  
= 60,20 % x total timbulan sampah dalam satu tahun  
= 60,20 % x 6,99 Gg/tahun  
= 4,21 Gg/tahun

#### • Emisi CH<sub>4</sub>

Perhitungan emisi CH<sub>4</sub> untuk sampah yang dibuang ke TPA dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.2 sampai persamaan 2.5. Berikut ini contoh perhitungan emisi CH<sub>4</sub> dari sampah makanan,

$W_i$  = Fraksi sampah makanan  
 = 41,3%  
 $W$  = berat sampah makanann yang terdeposisi  
 = 41,3% x jumlah sampah terlayani  
 = 41,4% x 4,21 Gg  
 = 1,736  
 $DOC_i$  = Nilai DOC sampah makanan  
 = 15%  
 $DOC$  = Karbon organik yang dapat terdegradasi  
 =  $DOC_i \times W_i$   
 = 15% x 41,3%  
 = 0,062 Gg C/Gg sampah  
 $DOC_F$  = Fraksi DOC yang dapat terdekomposisi  
 = 0,5 (nilai default IPCC dengan asumsi lingkungan TPA dalam kondisi anaerobik)  
 $MCF$  = Nilai faktor koreksi metan  
 = 0,5 (TPA terkelola semi anaerobik; bahan penutup yang permeable; sistem drainase lindi; sistem ventilasi gas)  
 $DDOC_m$  = massa DOC yang dapat terdekomposisi  
 =  $W \times DOC \times DOC_F \times MCF$   
 = 1,736 x 0,062 x 0,5 x 0,5  
 = 0,02686 Gg/tahun  
 $F$  = Fraksi gas  $CH_4$  yang dihasilkan di TPA  
 = 0,5 (nilai default IPCC)  
 $OX$  = Faktor oksidasi  
 = 0,1 (TPA berpenutup bahan yang mengoksidasi  $CH_4$  seperti tanah/kompos)  
 $Lo$  = potensi pembentukan gas  $CH_4$   
 =  $DDOC_m \times F \times \frac{16}{12}$   
 = 0,02686 x 0,5 x  $\frac{16}{12}$   
 = 0,018 Gg/tahun  
 $R$  = jumlah  $CH_4$  yang *direcovery*  
 = 0,000150 Gg

Pada TPA Benowo gas metana telah dimanfaatkan menjadi energi listrik. Besar energi listrik yang dihasilkan adalah 2 megawatt, nilai ini selanjutnya dikonversikan untuk mengetahui jumlah  $CH_4$  yang *direcovery*. Setiap 1 kg gas metana setara

dengan daya listrik sebesar 13,28 KWH (An dan Cahya, 2013).  
Berikut ini perhitungan untuk *recovery* gas metana,

$$1 \text{ kg CH}_4 = 13,28 \text{ KWH}$$

$$0,0753 \text{ kg CH}_4 = 1 \text{ KWH}$$

$$\text{Daya listrik yang dihasilkan} = 2 \text{ megawatt} = 2000 \text{ KWH}$$

$$\text{Jumlah CH}_4 \text{ yang direcovery(R)} = 2000 \text{ KWH} \times 0,0753 \text{ kg}$$

$$= 150,60 \text{ kg}$$

$$= 0,000150 \text{ Gg}$$

Hasil perhitungan emisi  $\text{CH}_4$  pada skenario pertama dapat dilihat pada Tabel 5.22. Berdasarkan Tabel 5.22, didapatkan potensi gas  $\text{CH}_4$  yang terbentuk sebesar 0,02393 Gg. Jenis sampah yang berpotensi besar dalam menghasilkan emisi  $\text{CH}_4$  adalah jenis sampah dapat dikomposkan khususnya sampah makanan. Hal ini disebabkan karena persentase sampah makanan cukup besar, selain itu juga memiliki nilai DOC yang tinggi. Nilai DOC menentukan besarnya gas  $\text{CH}_4$  yang dapat terbentuk pada proses degradasi komponen organik/karbon dalam sampah (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012). Dengan demikian estimasi emisi gas  $\text{CH}_4$  dari pembuangan sampah ke TPA yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Emisi CH}_4 &= [\text{Lo} - \text{R}_T] \times (1 - \text{OX}_T) \\ &= (0,02393 - 0,000150) \times (1 - 0,1) \\ &= 0,02140 \text{ Gg} = 21 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

#### • Emisi $\text{CO}_2$

Berikut ini perhitungan emisi  $\text{CO}_2$  dengan menggunakan persamaan 2.6.

$$\begin{aligned} \text{Emisi CO}_2 &= \text{emisi CH}_4 \left( \frac{1-F}{F} + \text{OX} \right) \times \frac{44}{16} \\ &= 0,02140 \text{ Gg} \left( \frac{1-0,5}{0,5} + 0,1 \right) \times \frac{44}{16} \\ &= 0,0647 \text{ Gg/tahun} \\ &= 64,7 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh angka emisi gas  $\text{CO}_2$  dari pembuangan sampah ke TPA skenario satu sebesar 0,0647 Gg atau 64,7 ton dalam waktu satu tahun.

## 2. Sampah yang Dibakar Terbuka (*Open Burning*)

Pembakaran sampah secara terbuka mencakup pembakaran sampah yang dilakukan secara terbuka dimana emisinya langsung ke udara terbuka atau ditempat penimbunan sampah terbuka. Sampah yang dibakar secara terbuka akan menghasilkan emisi GRK berupa CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, dan N<sub>2</sub>O. Perhitungan emisi GRK pada penanganan sampah yang dibakar secara terbuka adalah sebagai berikut.

- Total Timbulan sampah dalam tahun 2020 = 6,99 Gg/tahun
- Persentase sampah yang dibakar terbuka = 0,6%
- Jumlah sampah yang dibakar terbuka  
 $= 0,6 \% \times \text{total timbulan sampah dalam satu tahun}$   
 $= 0,6 \% \times 6,99 \text{ Gg/tahun}$   
 $= 0,042 \text{ Gg/tahun}$
- **Emisi CH<sub>4</sub>**  
 Emisi CH<sub>4</sub> yang timbul dari pembakaran terbuka merupakan akibat dari pembakaran yang tidak sempurna. Perhitungan emisi dilakukan dengan persamaan 2.12. Berikut ini adalah contoh perhitungan emisi CH<sub>4</sub> dari pembakaran terbuka sampah plastik,  
 Komposisi sampah plastik = 10,86%  
 Emisi CH<sub>4</sub> = emisi CH<sub>4</sub> dalam tahun inventori (Gg/tahun)  
 IWi = berat total sampah jenis plastik  
 $= \% \text{ komposisi} \times \text{jumlah sampah yang dibakar}$   
 $= 10,86\% \times 0,042 \text{ Gg/tahun}$   
 $= 0,024 \text{ Gg/tahun}$   
 EFi = fraksi emisi CH<sub>4</sub> tipe sampaj jenis i (kg CH<sub>4</sub>/kg sampah)  
 $= 6500 \text{ g/ton (nilai default IPCC)}$   
 $= 6500 \text{ kg/Gg sampah}$   
 Emisi CH<sub>4</sub> =  $(IWi \times EFi) \times 10^{-6}$   
 $= 0,024 \times 6500 \times 10^{-6}$   
 $= 0,0073 \text{ Gg CH}_4$

Hasil perhitungan emisi CH<sub>4</sub> dapat dilihat pada Tabel 5.23. Berdasarkan Tabel 5.23, estimasi emisi CH<sub>4</sub> dari pembakaran sampah terbuka sebesar 0,00027 Gg/tahun atau 0,27 ton/tahun. Jenis sampah yang menghasilkan emisi terbesar adalah sampah makanan yang mencapai 0,00011 Gg/tahun atau 0,11 ton.

- **Emisi CO<sub>2</sub>**

Perhitungan emisi CO<sub>2</sub> dilakukan dengan persamaan 2.11

$$\text{Emisi CO}_2 = \text{MSW} \times \sum_j (\text{WF}_j \times \text{dm}_j \times \text{CF}_j \times \text{FCF}_j \times \text{OF}_j) \times \frac{44}{12}$$

Emisi CO<sub>2</sub> = emisi CO<sub>2</sub> dalam tahun inventori (Gg/tahun)

MSW = berat total sampah yang dibakar secara terbuka (Gg/tahun)

= 2,68 Gg/Tahun

WF<sub>j</sub> = fraksi tipe limbah dari komponen j dalam sampah (berat basah pembakaran terbuka)

dm<sub>j</sub> = fraksi kandungan zat kering di dalam sampah  
= nilai dm<sub>j</sub> default IPCC dapat dilihat pada Tabel 2.5

CF<sub>j</sub> = fraksi karbon dalam kandungan kering (kandungan karbon total)

= nilai CF<sub>j</sub> default IPCC dapat dilihat pada Tabel 2.5

FCF<sub>j</sub> = fraksi karbon fosil di dalam karbon total

= nilai FCF<sub>j</sub> default IPCC dapat dilihat pada Tabel 2.5

OF<sub>i</sub> = faktor oksidasi (fraksi)

= 58 % (nilai default IPCC)

44/12 = faktor konversi C menjadi CO<sub>2</sub>

j = komponen dari sampah

Hasil perhitungan emisi CO<sub>2</sub> dapat dilihat pada Tabel 5.24. Berdasarkan Tabel 5.24 estimasi emisi CO<sub>2</sub> dari pembakaran sampah terbuka sebesar 0,0079 Gg/tahun atau 7,9 ton/tahun. Jenis sampah yang menyumbang emisi CO<sub>2</sub> terbesar dari pembakaran sampah terbuka adalah sampah plastik yang mencapai 0,0073 Gg/tahun atau 7,3 ton. Hal ini dipengaruhi oleh nilai *dry matter content* dan fraksi fosil karbon dari sampah plastik cukup tinggi.

- **Emisi N<sub>2</sub>O**

Perhitungan emisi N<sub>2</sub>O dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.13. Berikut ini contoh perhitungan untuk jenis sampah plastik,

IW<sub>i</sub> = berat sampah plastik yang dibakar secara terbuka

= 0,299 Gg/Tahun

E<sub>F<sub>i</sub></sub> = fraksi emisi N<sub>2</sub>O (kg CH<sub>4</sub>/kg sampah)

$$\begin{aligned}
 &= 150 \text{ kg/Gg} \\
 \text{Emisi N}_2\text{O} &= \sum_i (\text{IW}_i \times \text{EF}_i) \times 10^{-6} \\
 &= 0,299 \text{ Gg} \times 150 \text{ kg/Gg} \times 10^{-6} \\
 &= 0,00004 \text{ Gg/tahun} \\
 &= 0,04 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan emisi  $\text{N}_2\text{O}$  dari sampah yang dibakar secara terbuka secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.25. Berdasarkan Tabel 5.25, hasil estimasi emisi  $\text{N}_2\text{O}$  dari pembakaran sampah secara terbuka adalah 0,0000063 Gg/tahun atau 0,0063 ton/tahun. Jenis sampah yang menghasilkan emisi  $\text{N}_2\text{O}$  paling besar dari pembakaran sampah terbuka adalah sampah makanan.



**Tabel 5. 22 Hasil Perhitungan Emisi CH<sub>4</sub> dari Pembuangan Sampah ke TPA Skenario Pertama**

No	Jenis Sampah	Wi (%)	W (Gg)	DOCi	DOC (Gg C/ Gg sampah)	DOCf	MCF	DDOCm (Gg/ tahun)	F	16/12	Lo (Gg CH <sub>4</sub> /tahun)
1	<b>Sampah Dapat Dikomposkan</b>										
	Sampah Makanan	41,3%	1,736	15%	0,062	0,5	0,5	0,02686	0,5	1,333	0,018
	Sampah Kebun dan Taman	5,4%	0,226	20%	0,011	0,5	0,5	0,00061	0,5	1,333	0,000
	Sampah Campuran	10,7%	0,451	18%	0,019	0,5	0,5	0,00212	0,5	1,333	0,001
	<b>Total</b>	<b>57,4%</b>	<b>2,413</b>	<b>52,5%</b>							<b>0,020</b>
2	<b>Sampah Plastik</b>	10,9%	0,457	0%	0,000	0,5	0,5	0,00000	0,5	1,333	0,000
3	<b>Sampah Kayu</b>	3,2%	0,133	43%	0,014	0,5	0,5	0,00045	0,5	1,333	0,000
4	<b>Sampah Kertas</b>	5,9%	0,247	40%	0,023	0,5	0,5	0,00145	0,5	1,333	0,001
5	<b>Tekstil</b>	2,1%	0,090	24%	0,005	0,5	0,5	0,00011	0,5	1,333	0,000
6	<b>Nappies (disposable diapers)</b>	13,0%	0,548	24%	0,031	0,5	0,5	0,00429	0,5	1,333	0,003
7	<b>Karet</b>	0,7%	0,029	39%	0,003	0,5	0,5	0,00002	0,5	1,333	0,000
8	<b>Kulit</b>	0,1%	0,005	39%	0,000	0,5	0,5	0,00000	0,5	1,333	0,000
9	<b>Logam</b>										
	Kaleng Aluminium	0,3%	0,011	0%	0,000	0,5	0,5	0,00000	0,5	1,333	0,000
	Besi	0,0%	0,001	0%	0,000	0,5	0,5	0,00000	0,5	1,333	0,000
	<b>Total</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,012</b>								<b>0,000</b>

No	Jenis Sampah	Wi (%)	W (Gg)	DOCi	DOC (Gg C/ Gg sampah)	DOCf	MCF	DDOCm (Gg/ tahun)	F	16/12	Lo (Gg CH <sub>4</sub> /tahun)
10	<b>Gelas</b>	2,3%	0,097	0%	0,000	0,5	0,5	0,00000	0,5	1,333	0,000
11	<b>Lain-lain</b>	4,2%	0,176	0%	0,000	0,5	0,5	0,00000	0,5	1,333	0,000
<b>Total CH<sub>4</sub></b>		<b>100,0%</b>	<b>4,207</b>								<b>0,02393</b>

**Tabel 5. 23 Hasil Perhitungan Emisi CH<sub>4</sub> dari Pembakaran Sampah Terbuka Skenario Pertama**

No	Jenis Sampah	Wi (%)	W (Gg)	Faktor Emisi (kg CH <sub>4</sub> /Gg sampah)	Gg CH <sub>4</sub>
1	<b>Sampah Dapat Dikomposkan</b>				
	Sampah Makanan	41,26%	0,017	6500	0,00011
	Sampah Kebun dan Taman	5,37%	0,002	6500	0,00001
	Sampah Campuran	10,73%	0,004	6500	0,00003
	Total	57,36%	0,024	6500	0,00016
2	<b>Sampah Plastik</b>	10,86%	0,005	6500	0,00003
3	<b>Sampah Kayu</b>	3,16%	0,001	6500	0,00001
4	<b>Sampah Kertas</b>	5,86%	0,002	6500	0,00002
5	<b>Tekstil</b>	2,13%	0,001	6500	0,00001

No	Jenis Sampah	Wi (%)	W (Gg)	Faktor Emisi (kg CH <sub>4</sub> /Gg sampah)	Gg CH <sub>4</sub>
6	<b>Nappies (disposable diapers)</b>	13,03%	0,005	6500	0,00004
7	<b>Karet</b>	0,69%	0,000	6500	0,00000
8	<b>Kulit</b>	0,12%	0,000	6500	0,00000
9	<b>Logam</b>	0,00%	0,000	6500	0,00000
	Kaleng Aluminium	0,27%	0,000	6500	0,00000
	Besi	0,02%	0,000	6500	0,00000
	Total	0,29%	0,000	6500	0,00000
10	<b>Gelas</b>	2,31%	0,001	6500	0,00001
11	<b>Lain-lain</b>	4,18%	0,002	6500	0,00001
<b>Total</b>		<b>100,0%</b>	<b>0,042</b>		<b>0,00027</b>

**Tabel 5. 24 Hasil Perhitungan Emisi CO<sub>2</sub> dari Pembakaran Sampah Terbuka Skenario Pertama**

No	Jenis Sampah	Wi (%)	Wbasah (Gg)	dmi	Wkering (Gg)	CFi	FCFi	OFi	44/12	Gg CO <sub>2</sub>
1	<b>Sampah Dapat Dikomposkan</b>									
	Sampah Makanan	41,26%	0,017	40%	0,007	38%	-	58%	3,6667	0,0000
	Sampah Kebun dan Taman	5,37%	0,002	40%	0,001	49%	0%	58%	3,6667	0,0000

No	Jenis Sampah	Wi (%)	Wbasah (Gg)	dmi	Wkering (Gg)	CFi	FCFi	OFi	44/12	Gg CO <sub>2</sub>
	Sampah Campuran	10,73%	0,004	40%	0,002	44%	0%	58%	3,6667	0,0000
	Total	57,36%	0,024		0,000			58%	3,6667	0,0000
2	<b>Sampah Plastik</b>	10,86%	0,005	100%	0,005	75%	100%	58%	3,6667	0,0073
3	<b>Sampah Kayu</b>	3,16%	0,001	85%	0,001	50%		58%	3,6667	0,0000
4	<b>Sampah Kertas</b>	5,86%	0,002	90%	0,002	46%	1%	58%	3,6667	0,0000
5	<b>Tekstil</b>	2,13%	0,001	80%	0,001	50%	20%	58%	3,6667	0,0002
6	<b>Nappies (disposable diapers)</b>	13,03%	0,005	40%	0,002	70%	10%	58%	3,6667	0,0003
7	<b>Karet</b>	0,69%	0,000	84%	0,000	67%	20%	58%	3,6667	0,0001
8	<b>Kulit</b>	0,12%	0,000	84%	0,000	67%	20%	58%	3,6667	0,0000
9	<b>Logam</b>									
	Kaleng Aluminium	0,27%	0,000	100%	0,000	NA	-	58%	3,6667	0,0000
	Besi	0,02%	0,000	100%	0,000	NA	-	58%	3,6667	0,0000
	Total	0,29%	0,000		0,000	0%	-	58%	3,6667	0,0000
10	<b>Gelas</b>	2,31%	0,001	100%	0,001	NA	-	58%	3,6667	0,0000
11	<b>Lain-lain</b>	4,18%	0,002	90%	0,002	3%	100%	58%	3,6667	0,0001
<b>Total</b>		<b>100,0%</b>	<b>0,042</b>		0,00		<b>2,7100</b>	<b>6,3800</b>	<b>40,3333</b>	<b>0,0079</b>

Keterangan : (-) tidak memiliki nilai fraksi karbon fosil berdasarkan IPCC

**Tabel 5. 25 Hasil Perhitungan Emisi N<sub>2</sub>O dari Pembakaran Sampah Terbuka Skenario Pertama**

No	Jenis Sampah	Wi (%)	W (Gg)	(kg N <sub>2</sub> )/Gg sampah)	Gg N <sub>2</sub> O
1	<b>Sampah Dapat Dikomposkan</b>				
	Sampah Makanan	41,26%	0,017	150	0,0000026
	Sampah Kebun dan Taman	5,37%	0,002	150	0,0000003
	Sampah Campuran	10,73%	0,004	150	0,0000007
	Total	57,36%	0,024	150	0,0000036
2	<b>Sampah Plastik</b>	10,86%	0,005	150	0,0000007
3	<b>Sampah Kayu</b>	3,16%	0,001	150	0,0000002
4	<b>Sampah Kertas</b>	5,86%	0,002	150	0,0000004
5	<b>Tekstil</b>	2,13%	0,001	150	0,0000001
6	<b><i>Nappies (disposable diapers)</i></b>	13,03%	0,005	150	0,0000008
7	<b>Karet</b>	0,69%	0,000	150	0,0000000
8	<b>Kulit</b>	0,12%	0,000	150	0,0000000
9	<b>Logam</b>	0,00%	0,000	150	0,0000000
	Kaleng Aluminium	0,27%	0,000	150	0,0000000
	Besi	0,02%	0,000	150	0,0000000

No	Jenis Sampah	Wi (%)	W (Gg)	(kg N <sub>2</sub> )/Gg sampah)	Gg N <sub>2</sub> O
	Total	0,29%	0,000	150	0,0000000
10	Gelas	2,31%	0,001	150	0,0000001
11	Lain-lain	4,18%	0,002	150	0,0000003
<b>Total</b>		<b>100,0%</b>	<b>0,042</b>		<b>0,0000063</b>

Estimasi emisi pada skenario pertama dapat dilihat pada Tabel 5.26

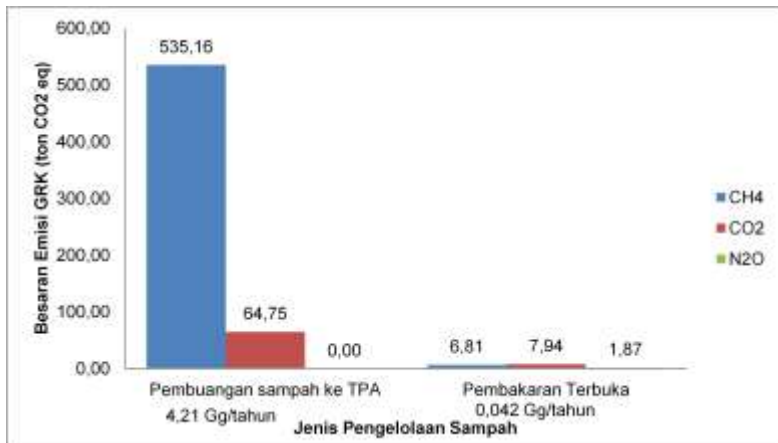
**Tabel 5. 26 Hasil Perhitungan Emisi Skenario 1**

Skenario 1	Parameter (ton/tahun)		
	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O
Pembuangan sampah ke TPA	21,41	64,75	0,00
Pembakaran Terbuka	0,27	7,94	0,0063

Hasil perhitungan emisi pada sampah yang dibuang ke TPA dan dibakar secara terbuka baik  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ , dan  $\text{N}_2\text{O}$  selanjutnya dikonversikan dalam bentuk  $\text{CO}_{2(\text{eq})}$  dengan menggunakan Indeks Potensi Pemanasan Global (*Global Warming Potential* = GWP). 1 ton gas  $\text{CH}_4$ , setara dengan 25  $\text{CO}_{2(\text{eq})}$  dan untuk 1 ton gas  $\text{N}_2\text{O}$  setara dengan 298 ton  $\text{CO}_{2(\text{eq})}$  (IPCC, 2006). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.27 dan secara lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.26.

**Tabel 5. 27 Konversi Emisi ke  $\text{CO}_{2(\text{eq})}$**

Skenario 1	Parameter (ton/tahun)			Total $\text{CO}_2$ eq	Massa Sampah (ton/tahun)	Total $\text{CO}_2$ eq/ton sampah
	$\text{CH}_4$	$\text{CO}_2$	$\text{N}_2\text{O}$			
Pembuangan sampah ke TPA	535,16	64,75	0,00	599,91	4207,17	0,14
Pembakaran Terbuka	6,81	7,94	1,87	16,63	41,93	0,40
<b>TOTAL</b>				<b>616,54</b>	<b>4249,10</b>	



**Gambar 5. 26 Hasil Perhitungan Emisi Skenario 1 (Tahun 2020 kondisi seperti tahun 2018)**

Tabel 5.27 menunjukkan total emisi pada kondisi eksisting yang dihasilkan dari 60,20% pembuangan sampah ke TPA adalah 599,91 ton  $\text{CO}_{2(\text{eq})}$ . Sementara total emisi dari 0,6%

pembakaran sampah secara terbuka sebesar 16,63 ton CO<sub>2(eq)</sub>. Dengan demikian total emisi skenario pertama sebesar 616, 54 ton CO<sub>2(eq)</sub>. Dapat diperhitungkan emisi dari satu ton sampah dari setiap pengelolaan yang dilakukan yaitu pembuangan sampah ke TPA dan pembakaran terbuka. Emisi dari tiap satu ton sampah dihitung dengan langkah sebagai berikut,

- Sampah yang dibuang ke TPA

Massa sampah = 4,207 Gg/tahun = 4207 ton/tahun

Total emisi = 559,91 ton CO<sub>2(eq)</sub>

Emisi (ton sampah) =  $\frac{\text{total emisi}}{\text{massa sampah}} = \frac{559,91 \text{ ton CO}_{2(\text{eq})}}{4207 \text{ ton/tahun}}$   
= 0,14 ton CO<sub>2(eq)</sub>/tahun

- Sampah yang dibakar terbuka

Massa sampah = 0,0419 Gg/tahun = 41,93 ton/tahun

Total emisi = 16,63 ton CO<sub>2(eq)</sub>

Emisi (ton sampah) =  $\frac{\text{total emisi}}{\text{massa sampah}} = \frac{16,63 \text{ ton CO}_{2(\text{eq})}}{41,931 \text{ ton/tahun}}$   
= 0,4 ton CO<sub>2(eq)</sub>/tahun

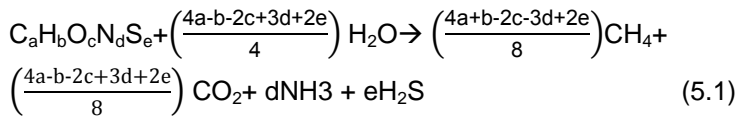
Dari Gambar 5.26 pembuangan sampah ke TPA berpotensi menghasilkan gas CH<sub>4</sub> dalam jumlah yang cukup tinggi akibat komposisi dan jumlah sampah yang dibuang ke TPA yang masih sangat besar yaitu 4,21 Gg/tahun. Hal ini disebabkan tidak adanya reduksi sampah yang dilakukan pada skenario ini. Emisi dari satu ton sampah yang dibuang ke TPA sebesar 0,14 ton CO<sub>2(eq)</sub>/tahun.

Laju pembentukan gas di TPA dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah komposisi sampah. Komposisi sampah yang dibuang akan sangat menentukan kandungan nutrisi yang berperan penting dalam pembentukan gas (Purwanta, 2009). Hal ini sesuai dengan Wahyono (2014), yang menyebutkan bahwa sampah organik yang dibuang ke TPA menjadi faktor utama yang berpengaruh dalam kualitas emisi gas dari TPA karena mengandung bahan organik yang mudah terurai (*degradable organic carbon/DOC*). Jumlah biomassa yang terdegradasi secara anaerobik memiliki nilai yang tinggi sehingga emisi CO<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub> yang terbentuk menjadi sangat tinggi (Isnaini dan Wilujeng, 2013).

Sampah yang dibuang ke TPA akan mengalami proses dekomposisi secara biologis yang berlangsung secara aerobik



dalam waktu yang singkat sampai oksigen awal menipis. Proses aerobik ini akan menghasilkan gas utama berupa CO<sub>2</sub>. Setelah oksigen yang tersedia habis dikonsumsi, maka proses penguraian terjadi secara anaerobik dan bahan organik diubah menjadi CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, dan sejumlah ammonia serta hidrogen sulfida (Lombardi *et al.*, 2006). Reaksi dekomposisi anaerobik yang berlangsung di TPA dapat dilihat pada persamaan 5.1 (Tchobanoglous *et al.*, 1993)



Pada pembakaran sampah secara terbuka menghasilkan emisi gas CO<sub>2</sub> yang lebih kecil daripada pembuangan sampah ke TPA. Hal ini disebabkan karena persentase jumlah sampah yang dibakar lebih sedikit yaitu daripada jumlah sampah yang dibuang ke TPA yaitu sebesar 0,042 Gg/tahun. Namun demikian, emisi yang ditimbulkan dari setiap ton sampah yang dibakar secara terbuka memiliki nilai yang lebih besar daripada emisi yang ditimbulkan dari pembuangan sampah ke TPA. Pembakaran satu ton sampah secara terbuka menghasilkan emisi sebesar 0,4 ton. CO<sub>2(eq)</sub>/tahun. Selain itu, pembakaran sampah secara terbuka dapat menghasilkan NO<sub>x</sub> dan SO<sub>x</sub> serta sejumlah pencemar lain seperti senyawa merkuri dan dioxin yang berbahaya terhadap lingkungan dan kesehatan (Damanhuri dan Padmi, 2010). Dengan demikian, pembuangan sampah ke TPA menghasilkan emisi yang lebih kecil jika dibandingkan dengan pembakaran sampah terbuka. Oleh karena itu, pembakaran sampah secara terbuka perlu dihindari, karena dapat meningkatkan emisi GRK yang terlepas ke udara.

### 5.2.3 Perhitungan Emisi GRK Skenario 2

Perhitungan emisi GRK skenario 2 adalah perhitungan emisi GRK pada Tahun 2020 dengan kondisi kegiatan 3R berjalan sesuai dengan target pemerintah. Berikut ini adalah perhitungan untuk emisi GRK skenario 2,

- Total Timbulan sampah tahun 2020

- = 19.147 kg/hari x 365 hari
- = 6.988.655 kg/tahun
- = 6,99 Gg/tahun
- Persentase pelayanan sampah tahun 2020 = 70 % (sesuai target pemerintah)
- Massa sampah yang terlayani = 70% x total timbulan  
= 70% x 6,99 Gg/tahun  
= 4,89 Gg/tahun
- Persentase sampah yang tidak terlayani = 30%
- 0,6 % dari sampah yang tidak terlayani dilakukan pembakaran terbuka (diasumsikan kondisinya seperti skenario 1)
- Sampah yang tidak terkelola = 29,4% (dibuang ke laut/ ditimbun), tidak dilakukan perhitungan emisi
- Massa sampah yang dibakar terbuka  
= 0,6 % x total timbulan  
= 0,6 % x 6,99 Gg/tahun  
= 0,042 Gg/tahun
- Persentase jumlah penduduk yang bersedia melakukan pengomposan sebanyak 4%
- Jumlah penduduk yang bersedia mengomposkan  
= 4% x jumlah penduduk Tahun 2020  
= 4% 46.249  
=1.828 jiwa
- Jumlah sampah yang dikomposkan dapat dihitung dengan persamaan berikut  
Sampah yang dikomposkan = %komposisi x laju timbulan x jumlah penduduk x RF x % penduduk yang bersedia melakukan pengomposan
- Persentase jumlah penduduk yang bersedia melakukan pemilahan/daur ulang sebesar 12 %
- Jumlah penduduk yang bersedia mendaur ulang  
= 12% x jumlah penduduk Tahun 2020  
= 12% x 46.249  
= 5.483 jiwa
- Sampah yang didaur ulang = %komposisi x laju timbulan x jumlah penduduk x RF x % penduduk yang bersedia melakukan pemilahan/daur ulang

Reduksi sampah sebesar 20% (sesuai target pemerintah). Reduksi direncanakan dilakukan di sumber sampah (berdasarkan faktor partisipasi masyarakat dan di TPS dengan perhitungan sebagai berikut,

**Tabel 5. 28 Reduksi Sampah di Sumber Skenario 2**

No	Komponen Sampah	Komposisi	Berat sampah	RF	Massa daur ulang	Massa dikomposkan	Residu
		(%)	(Gg)	(%)	(Gg)	(Gg)	(Gg)
1	<b>Sampah dapat dikomposkan</b>						
	Sampah Makanan	41,26%	2,02	15,47%	0,00	0,01	2,01
	Sampah Kebun dan Taman	5,37%	0,26	0,0%	0,00	0,00	0,26
	Sampah campuran	10,73%	0,52	0,0%	0,00	0,00	0,52
	<b>Total</b>	<b>57,36%</b>	<b>2,81</b>	<b>11,13%</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>2,79</b>
2	<b>Sampah Plastik</b>	10,86%	0,53	29,63%	0,02	0,00	0,51
3	<b>Sampah Kayu</b>	3,16%	0,15	0,0%	0,00	0,00	0,15
4	<b>Sampah Kertas</b>	5,86%	0,29	51,05%	0,02	0,00	0,27
5	<b>Tekstil</b>	2,13%	0,10	2,31%	0,00	0,00	0,10
6	<b>Nappies (disposable diapers)</b>	13,03%	0,64	0,0%	0,00	0,00	0,64
7	<b>Karet</b>	0,69%	0,03	3,73%	0,00	0,00	0,03
8	<b>Kulit</b>	0,12%	0,01	0,0%	0,00	0,00	0,01
9	<b>Logam</b>						
	Kaleng Aluminium	0,27%	0,01	93,58%	0,00	0,00	0,01
	Besi	0,02%	0,001	0,00%	0,00	0,00	0,00
	<b>Total</b>	<b>0,29%</b>	<b>0,01</b>	<b>85,94%</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>
10	<b>Gelas</b>	2,31%	0,11	24,81%	0,00	0,00	0,11
11	<b>Lain-lain</b>	4,18%	0,20	0,0%	0,00	0,00	0,20
	<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>4,89</b>	<b>13,49%</b>	<b>0,04</b>	<b>0,01</b>	<b>4,84</b>

Berdasarkan Tabel 5.29 maka dapat diketahui reduksi sampah di sumber dengan memperhatikan faktor partisipasi masyarakat dengan perhitungan sebagai berikut,

$$\begin{aligned}\text{Reduksi} &= (\text{berat sampah} - \text{residu}) / \text{berat sampah} * 100\% \\ &= (4,89 \text{ Gg} - 4,84 \text{ Gg}) / 4,89 \text{ Gg} \\ &= 1,1 \%\end{aligned}$$

Dengan demikian untuk memenuhi target reduksi sebesar 20% maka sisanya dilakukan di TPS yaitu sebesar 18,9%. Perhitungan reduksi di TPS dapat dilihat pada Tabel 5.30

**Tabel 5. 29 Reduksi sampah di TPS Skenario 2**

No	Komponen Sampah	Berat sampah	Residu dari sumber	Reduksi TPS (18,9%)	Residu di TPS	Massa didaur ulang	Massa dikomposkan
		(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)
		A	B	C = A*18,9%	D = A - B	E = A - D	F = A - D
1	<b>Sampah dapat dikomposkan</b>						
	Sampah Makanan	2,02	2,01	0,38	1,62	0,00	0,39
	Sampah Kebun dan Taman	0,26	0,26	0,05	0,21	0,00	0,05
	Sampah campuran	0,52	0,52	0,10	0,43	0,00	0,10
	<b>Total</b>	<b>2,81</b>	<b>2,79</b>	<b>0,53</b>	<b>2,26</b>	<b>0,00</b>	<b>0,54</b>
2	<b>Sampah Plastik</b>	0,53	0,51	0,10	0,41	0,12	0,00
3	<b>Sampah Kayu</b>	0,15	0,15	0,03	0,13	0,03	0,00
4	<b>Sampah Kertas</b>	0,29	0,27	0,05	0,21	0,07	0,00
5	<b>Tekstil Nappies</b>	0,10	0,10	0,02	0,08	0,02	0,00
6	<b>(disposable diapers)</b>	0,64	0,64	0,12	0,52	0,12	0,00
7	<b>Karet</b>	0,03	0,03	0,01	0,03	0,01	0,00
8	<b>Kulit</b>	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
9	<b>Logam</b>						
	Kaleng Aluminium	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
	Besi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

	Total	0,01	0,01	0,003	0,01	0,004	0,00
10	Gelas	0,11	0,11	0,02	0,09	0,02	0,00
11	Lain-lain	0,20	0,20	0,04	0,17	0,04	0,00
Total		4,89	4,84	0,92	3,91	0,43	0,54

## 1. Sampah yang Dikomposkan

Pada skenario dua sampah yang dikomposkan berasal dari sampah makanan dengan persentase *recovery factor* pada kondisi eksisting sebesar 15,47%, sampah kebun dan taman, serta sampah campuran. Sementara persentase jumlah penduduk yang bersedia melakukan pengomposan sebesar 4%. Berdasarkan perhitungan pada Tabel 5.30, jumlah sampah yang dikomposkan sebesar 0,54 Gg/tahun atau 54 ton/tahun.

### • Emisi Metana (CH<sub>4</sub>)

Berikut ini adalah contoh perhitungan emisi CH<sub>4</sub> dari sampah makanan,

EF CH<sub>4</sub> = Faktor emisi CH<sub>4</sub> (g CH<sub>4</sub>/kg berat sampah yang dikomposkan)

= 4 (nilai default IPCC basis berat basah)

M<sub>i</sub> = Berat sampah makanan

= 0,394 Gg/tahun

R = Jumlah CH<sub>4</sub> yang *direcovery* (Gg CH<sub>4</sub>)

= 0 (tidak ada *recovery* gas metana karena pengomposan dilakukan skala rumah tangga)

Emisi CH<sub>4</sub> =  $\sum_i (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} - R$

= 0,394 Gg x 4 x 10<sup>-3</sup> - 0

= 0,00158 Gg/tahun

Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.30. Berdasarkan Tabel 5.30, emisi CH<sub>4</sub> pada pengomposan sampah skenario dua adalah 0,00217 Gg/tahun atau 2,171 ton/tahun.

### • Emisi Dinitrogen Oksida (N<sub>2</sub>O)

Berikut ini adalah contoh perhitungan emisi CH<sub>4</sub> dari sampah makanan,

EF N<sub>2</sub>O = Faktor emisi N<sub>2</sub>O (g N<sub>2</sub>O /kg berat sampah yang dikomposkan)

= 0,24 (nilai default IPCC basis berat basah)

$M_i$  = Berat sampah makanan  
= 0,394 Gg/tahun

Emisi  $N_2O$  =  $\sum_i (M_i \times EF_i) \times 10^{-3}$   
=  $0,394 \times 0,24 \times 10^{-3}$   
=  $9,45 \times 10^{-5}$  Gg/tahun  
= 0,118 ton/tahun

Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.31. Berdasarkan Tabel 5.31, hasil perhitungan emisi  $N_2O$  pada pengomposan sampah skenario dua adalah  $1,184 \times 10^{-4}$  Gg/tahun atau 0,1184 ton/tahun.

## 2. Sampah yang Dibuang ke TPA

Sampah yang dibuang ke TPA berasal dari sampah basah yang tidak dikomposkan dan sampah kering yang tidak dapat dimanfaatkan lagi. Berdasarkan Tabel 5.29, total jumlah sampah yang dibuang ke TPA sebesar 3,91 Gg/tahun.

### • Emisi $CH_4$

Hasil perhitungan emisi  $CH_4$  pada skenario kedua dapat dilihat pada Tabel 5.32. Berdasarkan Tabel 5.32, didapatkan potensi gas  $CH_4$  yang terbentuk sebesar 0,02237 Gg. Maka emisi gas  $CH_4$  dari pembuangan sampah ke TPA yaitu

Emisi  $CH_4$  =  $[Lo - R_T] \times (1 - OX_T)$   
=  $(0,02237 - 0,000150) \times (1 - 0,1)$   
= 0,0200 Gg  
= 20,01 ton/tahun

### • Emisi $CO_2$

Berikut ini perhitungan emisi  $CO_2$  dengan menggunakan persamaan 2.6.

Emisi  $CO_2$  = emisi  $CH_4 \left( \frac{1-F}{F} + OX \right) \times \frac{44}{16}$   
=  $0,0200 \text{ Gg} \left( \frac{1-0,5}{0,5} + 0,1 \right) \times \frac{44}{16}$   
= 0,0605 Gg/tahun  
= 60,5 ton/tahun

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh angka emisi gas  $CO_2$  dari pembuangan sampah ke TPA skenario satu sebesar 0,0605 Gg atau 60,5 ton dalam waktu satu tahun

### 3. Sampah yang Dibakar Secara Terbuka (*Open Burning*)

Sampah yang dibakar secara terbuka akan menghasilkan emisi GRK berupa  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ , dan  $\text{N}_2\text{O}$ . Jumlah sampah yang tidak diangkut ke TPA (dibakar) sebesar 0,042 Gg/tahun. Sementara sisanya tidak dikelola (dibuang ke laut /ditimbun). Perhitungan emisi GRK dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.9 sampai persamaan 2.13

- **Emisi  $\text{CH}_4$**

Emisi  $\text{CH}_4$  yang timbul dari pembakaran terbuka merupakan akibat dari pembakaran yang tidak sempurna. Perhitungan emisi dilakukan dengan persamaan 2.12

Hasil perhitungan emisi  $\text{CH}_4$  dapat dilihat pada Tabel 5.33. Berdasarkan Tabel 5.33, estimasi emisi  $\text{CH}_4$  dari pembakaran sampah terbuka sebesar 0,0003 Gg/tahun atau 0,3 ton/tahun. Jenis sampah yang menghasilkan emisi terbesar adalah sampah makanan yang mencapai 0,00011 Gg/tahun atau 0,11 ton.

- **Emisi  $\text{CO}_2$**

Hasil perhitungan emisi  $\text{CO}_2$  dapat dilihat pada Tabel 5.34. Berdasarkan Tabel 5.34 estimasi emisi  $\text{CO}_2$  dari pembakaran sampah terbuka sebesar 0,0079 Gg/tahun atau 7,9 ton/tahun. Jenis sampah yang menyumbang emisi  $\text{CO}_2$  terbesar dari pembakaran sampah terbuka adalah sampah plastik yang mencapai 0,0073 Gg/tahun atau 7,3 ton/tahun. Hal ini dipengaruhi oleh nilai *dry matter content* dan fraksi karbon fosil dari sampah plastik yang cukup tinggi.

- **Emisi  $\text{N}_2\text{O}$**

Perhitungan emisi  $\text{N}_2\text{O}$  dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.13. Hasil perhitungan emisi  $\text{N}_2\text{O}$  dari sampah yang dibakar secara terbuka dapat dilihat pada Tabel 5.35. Berdasarkan Tabel 5.35 hasil estimasi emisi  $\text{N}_2\text{O}$  dari pembakaran sampah secara terbuka adalah 0,0000063 Gg/tahun atau 0,0063 ton/tahun. Jenis sampah yang menghasilkan emisi  $\text{N}_2\text{O}$  paling besar dari pembakaran sampah terbuka adalah sampah makanan yang mencapai 0,0000003 Gg/tahun atau 0,003 ton/tahun. Hal ini dipengaruhi oleh persentase sampah makanan yang cukup besar.

**Tabel 5. 30 Hasil Perhitungan Emisi CH<sub>4</sub> dari Pengomposan Sampah Skenario Dua**

Komposisi Sampah	Jumlah total sampah yang dikomposkan	Faktor Emisi	Gas metana yang dihasilkan	Gas metana yang direcovery/ flare	Gas metana yang dilepaskan
	(Gg/tahun)	(g CH <sub>4</sub> /kg sampah )	(Gg CH <sub>4</sub> /tahun)	(Gg/tahun)	(Gg/tahun)
	A	B	C= (A x B) x10 <sup>-3</sup>	D	E = (C - D)
Sampah Makanan	0,394	4	0,0016	0,0000	0,00158
Sampah Kebun dan Taman	0,050	4	0,0002	0,0000	0,00020
Sampah Campuran	0,099	4	0,0004	0,0000	0,00040
<b>Total</b>	<b>0,54</b>		<b>0,0022</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,00217</b>

**Tabel 5. 31 Hasil Perhitungan Emisi N<sub>2</sub>O dari Pengomposan Sampah Skenario Dua**

Komposisi Sampah	Jumlah total sampah yang diolah	Faktor Emisi	Emisi N <sub>2</sub> O dalam satu tahun
	(Gg)	(g N <sub>2</sub> O/kg sampah yang diolah)	(Gg N <sub>2</sub> O)
	A	B	C= (A x B) x10 <sup>-3</sup>
Sampah Makanan	0,394	0,24	9,455 x 10 <sup>-5</sup>
Sampah Kebun dan Taman	0,050	0,24	0,000E
Sampah Campuran	0,099	0,24	2,381 x 10 <sup>-5</sup>
<b>Total</b>			<b>1,184 x 10<sup>-4</sup></b>



**Tabel 5. 32 Hasil Perhitungan Emisi CH<sub>4</sub> dari Pembuangan Sampah ke TPA Skenario Dua**

No	Jenis Sampah	Wi (%)	W (Gg)	DOCi	DOC (Gg C/ Gg sampah)	DOCf	MCF	DDOCm (Gg/ tahun)	F	16/12	Lo (Gg CH <sub>4</sub> /tahun)
1	<b>Sampah Dapat Dikomposkan</b>										
	Sampah Makanan	41,3%	1,624	15%	0,062	0,5	0,5	0,025	0,5	1,333	0,017
	Sampah Kebun dan Taman	5,4%	0,213	20%	0,011	0,5	0,5	0,001	0,5	1,333	0,000
	Sampah Campuran	10,7%	0,426	18%	0,019	0,5	0,5	0,002	0,5	1,333	0,001
	Total	57,4%	2,263	52,5%							0,018
2	<b>Sampah Plastik</b>	10,9%	0,412	0%	0,000	0,5	0,5	0,000	0,5	1,333	0,000
3	<b>Sampah Kayu</b>	3,2%	0,126	43%	0,014	0,5	0,5	0,000	0,5	1,333	0,000
4	<b>Sampah Kertas</b>	5,9%	0,215	40%	0,023	0,5	0,5	0,001	0,5	1,333	0,001
5	<b>Tekstil</b>	2,1%	0,084	24%	0,005	0,5	0,5	0,000	0,5	1,333	0,000
6	<b>Nappies (disposable diapers)</b>	13,0%	0,517	24%	0,031	0,5	0,5	0,004	0,5	1,333	0,003
7	<b>Karet</b>	0,7%	0,027	39%	0,003	0,5	0,5	0,000	0,5	1,333	0,000
8	<b>Kulit</b>	0,1%	0,005	39%	0,000	0,5	0,5	0,000	0,5	1,333	0,000
9	<b>Logam</b>										
	Kaleng Aluminium	0,3%	0,009	0%	0,000	0,5	0,5	0,000	0,5	1,333	0,000
	Besi	0,0%	0,001	0%	0,000	0,5	0,5	0,000	0,5	1,333	0,000
	Total	0,3%	0,010								0,000

10	<b>Gelas</b>	2,3%	0,088	0%	0,000	0,5	0,5	0,000	0,5	1,333	0,000
11	<b>Lain-lain</b>	4,2%	0,166	0%	0,000	0,5	0,5	0,000	0,5	1,333	0,000
<b>Total CH4</b>		<b>100,0%</b>	<b>3,913</b>								<b>0,02237</b>

**Tabel 5. 33 Hasil Perhitungan Emisi CH<sub>4</sub> dari Pembakaran Sampah Secara Terbuka Skenario Dua**

No	Jenis Sampah	Wi (%)	W (Gg)	Faktor Emisi (kg CH <sub>4</sub> /Gg sampah)	Gg CH <sub>4</sub>
1	<b>Sampah Dapat Dikomposkan</b>				
	Sampah Makanan	41,26%	0,017	6500	0,00011
	Sampah Kebun dan Taman	5,37%	0,002	6500	0,00001
	Sampah Campuran	10,73%	0,004	6500	0,00003
	<b>Total</b>	<b>57,36%</b>	<b>0,024</b>	<b>6500</b>	<b>0,00016</b>
2	<b>Sampah Plastik</b>	10,86%	0,005	6500	0,00003
3	<b>Sampah Kayu</b>	3,16%	0,001	6500	0,00001
4	<b>Sampah Kertas</b>	5,86%	0,002	6500	0,00002
5	<b>Tekstil</b>	2,13%	0,001	6500	0,00001
6	<b><i>Nappies (disposable diapers)</i></b>	13,03%	0,005	6500	0,00004
7	<b>Karet</b>	0,69%	0,000	6500	0,00000
8	<b>Kulit</b>	0,12%	0,000	6500	0,00000

No	Jenis Sampah	Wi (%)	W (Gg)	Faktor Emisi (kg CH <sub>4</sub> /Gg sampah)	Gg CH <sub>4</sub>
9	<b>Logam</b>	0,00%	0,000	6500	0,00000
	Kaleng Aluminium	0,27%	0,000	6500	0,00000
	Besi	0,02%	0,000	6500	0,00000
	Total	0,29%	0,000	6500	0,00000
10	<b>Gelas</b>	2,31%	0,001	6500	0,00001
11	<b>Lain-lain</b>	4,18%	0,002	6500	0,00001
<b>Total</b>		<b>100,0%</b>	<b>0,042</b>		<b>0,00027</b>

**Tabel 5. 34 Hasil Perhitungan Emisi CO<sub>2</sub> dari Pembakaran Sampah Secara Terbuka Skenario Dua**

No	Jenis Sampah	Wi (%)	Wbasah (Gg)	dmi	Wkering (Gg)	CFi	FCFi	OFi	44/12	Gg CO <sub>2</sub>
1	<b>Sampah Dapat Dikomposkan</b>									
	Sampah Makanan	41,26%	0,017	40%	0,007	38%	-	58%	3,6667	0,0000
	Sampah Kebun dan Taman	5,37%	0,002	40%	0,001	49%	0%	58%	3,6667	0,0000
	Sampah Campuran	10,73%	0,004	40%	0,002	44%	0%	58%	3,6667	0,0000
	Total	57,36%	0,024		0,000			58%	3,6667	0,0000
2	<b>Sampah Plastik</b>	10,86%	0,005	100%	0,005	75%	100%	58%	3,6667	0,0073

No	Jenis Sampah	Wi (%)	Wbasah (Gg)	dmi	Wkering (Gg)	CFi	FCFi	OFi	44/12	Gg CO <sub>2</sub>
3	Sampah Kayu	3,16%	0,001	85%	0,001	50%		58%	3,6667	0,0000
4	Sampah Kertas	5,86%	0,002	90%	0,002	46%	1%	58%	3,6667	0,0000
5	Tekstil	2,13%	0,001	80%	0,001	50%	20%	58%	3,6667	0,0002
6	<i>Nappies (disposable diapers)</i>	13,03%	0,005	40%	0,002	70%	10%	58%	3,6667	0,0003
7	Karet	0,69%	0,000	84%	0,000	67%	20%	58%	3,6667	0,0001
8	Kulit	0,12%	0,000	84%	0,000	67%	20%	58%	3,6667	0,0000
9	<b>Logam</b>									
	Kaleng Aluminium	0,27%	0,000	100%	0,000	NA	-	58%	3,6667	0,0000
	Besi	0,02%	0,000	100%	0,000	NA	-	58%	3,6667	0,0000
	Total	0,29%	0,000		0,000	0%	-	58%	3,6667	0,0000
10	Gelas	2,31%	0,001	100%	0,001	NA	-	58%	3,6667	0,0000
11	Lain-lain	4,18%	0,002	90%	0,002	3%	100%	58%	3,6667	0,0001
<b>Total</b>		<b>100,0%</b>	<b>0,042</b>		0,00		<b>2,7100</b>	<b>6,3800</b>	<b>40,3333</b>	<b>0,0079</b>

Keterangan : (-) tidak memiliki nilai FCF (berdasarkan IPCC)

**Tabel 5. 35 Hasil Perhitungan Emisi N<sub>2</sub>O dari Pembakaran Sampah Secara Terbuka Skenario Dua**

No	Jenis Sampah	Wi (%)	W (Gg)	(kg N <sub>2</sub> )/Gg sampah)	Gg N <sub>2</sub> O
1	<b>Sampah Dapat Dikomposkan</b>				
	Sampah Makanan	41,26%	0,017	150	0,0000026
	Sampah Kebun dan Taman	5,37%	0,002	150	0,0000003
	Sampah Campuran	10,73%	0,004	150	0,0000007
	Total	57,36%	0,024	150	0,0000036
2	<b>Sampah Plastik</b>	10,86%	0,005	150	0,0000007
3	<b>Sampah Kayu</b>	3,16%	0,001	150	0,0000002
4	<b>Sampah Kertas</b>	5,86%	0,002	150	0,0000004
5	<b>Tekstil</b>	2,13%	0,001	150	0,0000001
6	<b><i>Nappies (disposable diapers)</i></b>	13,03%	0,005	150	0,0000008
7	<b>Karet</b>	0,69%	0,000	150	0,0000000
8	<b>Kulit</b>	0,12%	0,000	150	0,0000000
9	<b>Logam</b>	0,00%	0,000	150	0,0000000
	Kaleng Aluminium	0,27%	0,000	150	0,0000000
	Besi	0,02%	0,000	150	0,0000000
	Total	0,29%	0,000	150	0,0000000

No	Jenis Sampah	Wi (%)	W (Gg)	(kg N <sub>2</sub> )/Gg sampah)	Gg N <sub>2</sub> O
10	<b>Gelas</b>	2,31%	0,001	150	0,0000001
11	<b>Lain-lain</b>	4,18%	0,002	150	0,0000003
<b>Total</b>		<b>100,0%</b>	<b>0,042</b>		<b>0,0000063</b>

Total perhitungan emisi skenario dua dapat dilihat pada Tabel 5.36

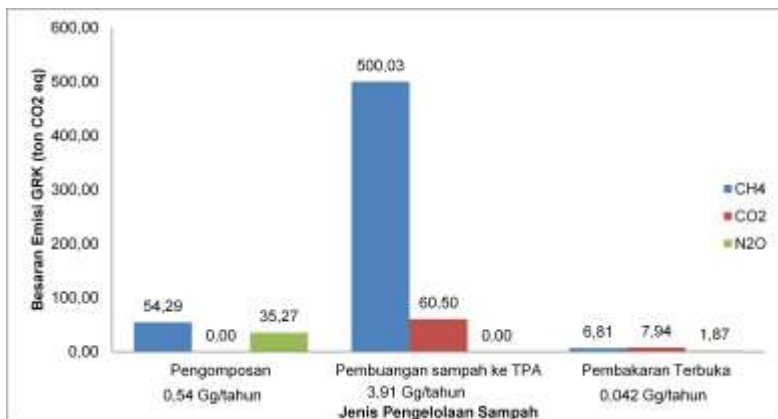
**Tabel 5. 36 Hasil Perhitungan Emisi Skenario 2**

Skenario 2	Parameter (ton/tahun)		
	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O
Pengomposan	2,17	0,00	0,1184
Pembuangan sampah ke TPA	20,00	60,50	0,00
Pembakaran Terbuka	0,27	7,94	0,0063

Hasil perhitungan emisi tersebut selanjutnya dikonversikan dalam satuan  $\text{CO}_{2(\text{eq})}$  seperti halnya pada skenario pertama. Hasil perhitungan konversi dalam  $\text{CO}_{2(\text{eq})}$  dapat dilihat pada Tabel 5.39

**Tabel 5. 37 Hasil Konversi Emisi dalam Satuan  $\text{CO}_{2(\text{eq})}$**

Skenario 2	Parameter (ton/tahun)			Total $\text{CO}_2$ eq	Massa Sampah (ton/tahun)	Total $\text{CO}_2$ eq/ton sampah
	$\text{CH}_4$	$\text{CO}_2$	$\text{N}_2\text{O}$			
Pengomposan	54,29	0,00	35,27	89,56 (a)	542,87	0,16
Pembuangan sampah ke TPA	500,03	60,50	0,00	560,53 (b)	3913,26	0,14
Pembakaran Terbuka	6,81	7,94	1,87	16,63 (c)	41,93	0,40
<b>TOTAL (b + c -a)</b>				<b>487,60</b>	<b>3955,19</b>	



**Gambar 5. 27 Hasil Perhitungan Emisi Skenario Dua**

Pada Tabel 5.37 dapat dilihat bahwa total emisi dari skenario dua yang berasal dari kegiatan 70% sampah terlayani adalah sebesar 487,60 ton  $\text{CO}_{2(\text{eq})}$ /tahun. Nilai ini berasal dari hasil emisi yang dihasilkan dari pembuangan sampah ke TPA ditambah dengan emisi dari sampah yang dibakar terbuka dikurangi dengan emisi sampah yang dikomposkan. Sementara kegiatan pengomposan melepaskan emisi sebesar 89,56 ton

CO<sub>2(eq)</sub>/tahun. Emisi yang dilepaskan pada pengomposan sampah cukup kecil karena jumlah sampah yang dikomposkan cukup sedikit yaitu 0,54 Gg/tahun. Dapat diperhitungkan emisi dari satu ton sampah dari setiap pengelolaan yang dilakukan baik dari pengomposan, pembuangan sampah ke TPA dan pembakaran terbuka. Emisi dari tiap satu ton sampah dihitung dengan langkah sebagai berikut,

- Sampah yang dikomposkan

Massa sampah = 0,543 Gg/tahun = 543 ton/tahun

Total emisi = 89,56 ton CO<sub>2(eq)</sub>

Emisi (ton sampah) =  $\frac{\text{total emisi}}{\text{massa sampah}} = \frac{89,56 \text{ ton CO}_{2(\text{eq})}}{543 \text{ ton/tahun}} = 0,16 \text{ ton CO}_{2(\text{eq})}/\text{tahun}$

- Sampah yang dibuang ke TPA

Massa sampah = 3,193 Gg/tahun = 3193 ton/tahun

Total emisi = 560,53 ton CO<sub>2(eq)</sub>

Emisi (ton sampah) =  $\frac{\text{total emisi}}{\text{massa sampah}} = \frac{560,53 \text{ ton CO}_{2(\text{eq})}}{3193 \text{ ton/tahun}} = 0,14 \text{ ton CO}_{2(\text{eq})}/\text{tahun}$

- Sampah yang dibakar terbuka

Massa sampah = 0,0419 Gg/tahun = 41,93 ton/tahun

Total emisi = 16,63 ton CO<sub>2(eq)</sub>

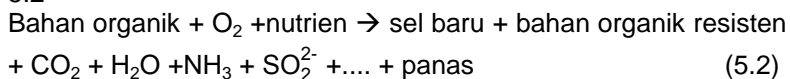
Emisi (ton sampah) =  $\frac{\text{total emisi}}{\text{massa sampah}} = \frac{16,63 \text{ ton CO}_{2(\text{eq})}}{41,93 \text{ ton/tahun}} = 0,4 \text{ ton CO}_{2(\text{eq})}/\text{tahun}$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, satu ton sampah yang dibuang ke TPA menghasilkan emisi yang paling kecil jika dibandingkan dengan kegiatan pengelolaan lainnya yaitu pengomposan dan pembakaran terbuka. Namun demikian, kegiatan pengomposan secara aerobik dapat menyimpan emisi sehingga mencegah terbentuknya metana yang menyebabkan nilai emisi menjadi besar.

Secara lebih jelas emisi pada skenario dua dapat dilihat pada Gambar 5.27. Pada Gambar 5.27, pembuangan sampah ke TPA menyumbang emisi yang paling besar yaitu 560,53 ton CO<sub>2(eq)</sub>. Jumlah biomass yang terdegradasi secara anaerobik memiliki nilai yang tinggi sehingga emisi CO<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub> yang terbentuk menjadi sangat tinggi. Kegiatan pengomposan yang dilakukan secara aerobik dapat menghindari terbentuknya gas



metana, bau, dan lindi yang dihasilkan dari pembuangan sampah ke TPA. Menurut Tchobanoglous *et al* (1993), reaksi yang terjadi pada proses pengomposan aerobik dapat dilihat pada persamaan 5.2



Pada reaksi tersebut dapat dilihat bahwa bahan organik dalam sampah diurai secara aerobik kedalam bentuk yang lebih stabil (kompos) dan karbon dioksida, serta tidak dihasilkan metana. Dengan demikian pengomposan yang dilakukan secara aerobik dapat menurunkan emisi metana dari landfill. Pada skenario dua menghasilkan emisi yang lebih kecil daripada skenario satu karena adanya reduksi sampah melalui pengomposan dan daur ulang sampah. Hal ini mengakibatkan sampah yang dibuang ke TPA berkurang jumlahnya, sehingga emisi yang dilepas juga berkurang.

#### 5.2.4 Perhitungan Emisi GRK Skenario 3

Perhitungan emisi GRK skenario tiga adalah perkiraan emisi GRK dengan adanya program Indonesia Bebas sampah 2020 dan mencapai kondisi ideal. Ideal yang dimaksud adalah kondisi dimana tingkat *recovery factor* yang maksimum.

- Total Timbunan sampah tahun 2020  
= 19.147 kg/hari x 365 hari  
= 6.988.655 kg/tahun  
= 6,99 Gg/tahun
- Persentase pelayanan sampah Tahun 2020 sebesar 100% (sesuai dengan target pemerintah), sehingga tidak ada sampah yang dibakar secara terbuka
- Nilai *recovery factor* maksimum ditentukan berdasarkan literatur sebagai berikut

**Tabel 5. 38 Nilai Recovery Factor Ideal tiap Komponen Sampah**

No	Komponen Sampah	Recovery Factor tipikal (%)
1	Sampah Basah	80%
2	Plastik	50%
3	Kertas	40%
4	Gelas/kaca	70%
5	Logam	80%

6	Kayu	0%
7	Tekstil	0%
8	Karet	0%
9	Sampah lain	0%

Sumber : Tchobanoglous *et al.*, 1993

Pada skenario 3 ini potensi reduksi sampah berdasarkan jumlah sampah yang dapat direcovery sesuai dengan nilai RF maksimum. Untuk sampah basah yang terdiri dari sampah makanan, kebun dan taman, serta sampah campuran yang *terrecovery* maka akan dilakukan pengomposan. Sementara sampah kering yang memiliki nilai *recovery factor* seperti jenis sampah plastik, gelas/kaca, kertas dan logam akan dilakukan daur ulang. Perhitungan *mass balance* dapat dilihat pada Tabel 5.39

**Tabel 5. 39 Reduksi Sampah di Sumber Skenario 3**

No	Komponen Sampah	Komposisi	Berat sampah (Gg)	RF	Massa didaur ulang (Gg)	Massa dikomposkan (Gg)	Residu (Gg)
1	<b>Sampah dapat dikomposkan</b>						
	Sampah Makanan	41,3%	2,883	80%	0,000	2,307	0,577
	Sampah Kebun dan Taman	5,4%	0,376	80%	0,000	0,300	0,075
	Sampah campuran	10,7%	0,750	80%	0,000	0,600	0,150
	<b>Total</b>	<b>57,4%</b>	<b>4,009</b>		<b>0,000</b>	<b>3,207</b>	<b>0,802</b>
2	<b>Sampah Plastik</b>	10,9%	0,759	50%	0,379	0,000	0,379
3	<b>Sampah Kayu</b>	3,2%	0,221	0%	0,000	0,000	0,221
4	<b>Sampah Kertas</b>	5,9%	0,410	40%	0,164	0,000	0,246
5	<b>Tekstil</b>	2,1%	0,149	0%	0,000	0,000	0,149
6	<b>Nappies (disposable diapers)</b>	13,0%	0,911	0%	0,000	0,000	0,911
7	<b>Karet</b>	0,7%	0,048	0%	0,000	0,000	0,048
8	<b>Kulit</b>	0,1%	0,009	0%	0,000	0,000	0,009
9	<b>Logam</b>						

	Kaleng Aluminium	0,3%	0,019	80%	0,015	0,000	0,004
	Besi	0,0%	0,002	80%	0,001	0,001	0,000
	Total	0,3%	0,020		0,016	0,001	0,004
10	Gelas	2,3%	0,162	70%	0,113	0,000	0,048
11	Lain-lain	4,2%	0,292	0%	0,000	0,000	0,292
	Total	100,0%	6,989		0,672	3,208	3,109

Berdasarkan Tabel 5.39 maka dapat diketahui besar reduksi sampah jika sampah memiliki nilai *recovery* optimum, dengan perhitungan sebagai berikut,

$$\begin{aligned}
 \text{Reduksi} &= (\text{berat sampah} - \text{residu}) / \text{berat sampah} * 100\% \\
 &= (6,99 \text{ Gg} - 2,208 \text{ Gg}) / 6,99 \text{ Gg} \\
 &= 55,5 \%
 \end{aligned}$$

Perhitungan emisi pada skenario tiga dilakukan untuk sampah yang dikomposkan dan dibuang ke TPA sebagai berikut,

### 1. Sampah yang dikomposkan

Sebagian besar sampah di Kecamatan Bulak terdiri dari sampah basah yang berpotensi untuk dioleh dengan cara dikomposkan. Jenis sampah yang dikomposkan adalah sampah makanan, sampah kebun dan taman, serta sampah campuran dengan berat masing-masing sebesar 2,307 Gg, 0,300 Gg, dan 0,500 Gg. Sampah yang dikomposkan akan menghasilkan gas berupa metana, karbondioksida, dan nitrogen dioksida. Berdasarkan IPCC karbondioksida yang diemisikan dari pengelolaan limbah padat secara biologis tidak termasuk dalam inventarisasi gas rumah kaca dikarenakan karbondioksida dikategorikan sebagai *biogenic origin* dan dihitung sebagai *net emission*. Oleh karena itu pada sampah yang dikomposkan emisi gas yang dihitung hanya gas CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O. Perhitungan dilakukan menggunakan persamaan 2.7 dan persamaan 2.8

- **Emisi CH<sub>4</sub>**

Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.40. Dari Tabel 5.40 perhitungan emisi CH<sub>4</sub> pada pengomposan sampah skenario tiga sebesar 0,01283 Gg/tahun atau 12,83 ton/tahun. Emisi terbesar berasal dari sampah makanan sebesar 9,23 ton/tahun.

- **Emisi N<sub>2</sub>O**

Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.41. Dari Tabel 5.41 hasil perhitungan emisi  $N_2O$  pada pengomposan sampah skenario tiga adalah 0,000170 Gg/tahun atau 1,70 ton/tahun. Emisi terbesar berasal dari sampah makanan sebesar 0,15 ton/tahun.

## 2. Sampah yang dibuang ke TPA

Sampah yang dibuang ke TPA merupakan residu dari sampah yang tidak dapat dikomposkan maupun didaur ulang. Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 5.39 diperoleh jumlah sampah yang dibuang ke TPA sebesar 3,109 Gg/tahun. Berikut ini contoh perhitungan emisi dari pembuangan sampah ke TPA,

### • Emisi $CH_4$

Hasil perhitungan emisi  $CH_4$  pada skenario empat dapat dilihat pada Tabel 5.42. Berdasarkan Tabel 5.42, didapatkan potensi gas  $CH_4$  yang terbentuk sebesar 0,03175 Gg. Maka emisi gas  $CH_4$  dari pembuangan sampah ke TPA yaitu

$$\begin{aligned}\text{Emisi } CH_4 &= [Lo - R_T] \times (1 - OX_T) \\ &= (0,03175 - 0,000150) \times (1 - 0,1) \\ &= 0,0284 \text{ Gg} \\ &= 28,43 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

### • Emisi $CO_2$

Berikut ini perhitungan emisi  $CO_2$  dengan menggunakan persamaan 2.6.

$$\begin{aligned}\text{Emisi } CO_2 &= \text{emisi } CH_4 \left( \frac{1-F}{F} + OX \right) \times \frac{44}{16} \\ &= 0,0200 \text{ Gg} \left( \frac{1-0,5}{0,5} + 0,1 \right) \times \frac{44}{16} \\ &= 0,0605 \text{ Gg/tahun} \\ &= 60,5 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

**Tabel 5. 40 Hasil Perhitungan Emisi CH<sub>4</sub> dari Pengomposan Skenario 3**

Komposisi Sampah	Jumlah total sampah	Faktor Emisi	Gas metana yang dihasilkan	Gas CH <sub>4</sub> yang direcovery/ flare	Gas CH <sub>4</sub> yang dilepaskan
	(Gg/tahun)	(g CH <sub>4</sub> /kg sampah)	(Gg CH <sub>4</sub> )	(Gg CH <sub>4</sub> )	(Gg CH <sub>4</sub> )
	A	B	C= (A x B) x10 <sup>-3</sup>	D	E = (C - D)
Sampah Makanan	2,307	4	0,0092	0	0,00923
Sampah Kebun dan Taman	0,300	4	0,0012	0	0,00120
Sampah Campuran	0,600	4	0,0024	0	0,00240
<b>Total</b>	<b>3,207</b>		<b>0,0028</b>		<b>0,01283</b>

**Tabel 5. 41 Hasil Perhitungan Emisi N<sub>2</sub>O dari Pengomposan Sampah Skenario 3**

Kategori Sampah	Jumlah total sampah yang dkomposkan	Faktor Emisi	Emisi N <sub>2</sub> O dalam satu tahun
	(Gg)	(g N <sub>2</sub> O/kg sampah yang diolah)	(Gg N <sub>2</sub> O)
	A	B	C= (A x B) x10 <sup>-3</sup>
Sampah Makanan	2,307	0,24	1,553 x 10 <sup>-4</sup>
Sampah Kebun dan Taman	0,300	0,24	7,212 x 10 <sup>-6</sup>
Sampah Campuran	0,600	0,24	1,44 x 10 <sup>-5</sup>
<b>Total</b>			<b>0,000770</b>

**Tabel 5. 42 Hasil Perhitungan Emisi CH<sub>4</sub> dari Pembuangan Sampah ke TPA Skenario 3**

No	Jenis Sampah	Wi (%)	W (Gg)	DOCi	DOC (Gg C/ Gg sampah)	DOCf	MCF	DDOCm (Gg/ tahun)	F	16/12	Lo (Gg CH <sub>4</sub> /tahun)
1	<b>Sampah Dapat Dikomposan</b>										
	Sampah Makanan	41,3%	0,577	15%	0,062	0,5	0,5	0,009	0,5	1,33	0,006
	Sampah Kebun dan Taman	5,4%	0,075	20%	0,011	0,5	0,5	0,000	0,5	1,33	0,000
	Sampah Campuran	10,7%	0,150	18%	0,019	0,5	0,5	0,001	0,5	1,33	0,000
	<b>Total</b>	<b>57,4%</b>	<b>0,802</b>								<b>0,007</b>
2	<b>Plastik</b>	10,9%	0,379	0%	0,000	0,5	0,5	0,000	0,5	1,33	0,0000
3	<b>Kayu</b>	3,2%	0,221	43%	0,014	0,5	0,5	0,001	0,5	1,33	0,0005
4	<b>Kertas</b>	5,9%	0,246	40%	0,023	0,5	0,5	0,001	0,5	1,33	0,0010
5	<b>Tekstil</b>	2,1%	0,149	24%	0,005	0,5	0,5	0,000	0,5	1,33	0,0001
6	<b>Nappies (disposable diapers)</b>	13,0%	0,911	24%	0,031	0,5	0,5	0,007	0,5	1,33	0,0047
7	<b>Karet</b>	0,7%	0,048	39%	0,003	0,5	0,5	0,000	0,5	1,33	0,0000
8	<b>Kulit</b>	0,1%	0,009	39%	0,000	0,5	0,5	0,000	0,5	1,33	0,0000
9	<b>Logam</b>										
	Kaleng Aluminium	0,3%	0,004	0%	0,000	0,5	0,5	0,000	0,5	1,33	0,0000
	Besi	0,0%	0,000	0%	0,000	0,5	0,5	0,000	0,5	1,33	0,0000
	<b>Total</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,004</b>								<b>0,0000</b>
10	<b>Gelas</b>	2,3%	0,048	0%	0,000	0,5	0,5	0,000	0,5	1,33	0,0000
11	<b>Lain-lain</b>	4,2%	0,292	0%	0,000	0,5	0,5	0,000	0,5	1,33	0,0000
	<b>Total CH<sub>4</sub></b>	<b>100,0%</b>	<b>3,109</b>								<b>0,01291</b>

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka didapatkan hasil untuk perkiraan emisi dari pengomposan sampah dan pembuangan sampah ke TPA pada skenario 3. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.43

**Tabel 5. 43 Hasil Perhitungan Emisi Skenario 3**

Skenario 3	Parameter (ton/tahun)		
	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O
Pengomposan	12,83	0,00	0,7697
Pembuangan sampah ke TPA	11,48	34,74	0,00

Dari Tabel 5.43 menunjukkan bahwa skenario 3 dengan 100% pelayanan dan reduksi optimum akan tetap menghasilkan emisi yang berasal dari pengomposan dan pembuangan sampah ke TPA . Hasil perhitungan emisi pada tabel diatas baik CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, dan N<sub>2</sub>O selanjutnya dikonversikan dalam bentuk CO<sub>2(eq)</sub> dengan menggunakan Indeks Potensi Pemanasan Global (*Global Warming Potential* = GWP) seperti halnya perhitungan pada skenario 1. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.44

**Tabel 5. 44 Konversi Emisi ke ton CO<sub>2(eq)</sub>**

Skenario 3	Parameter (ton/tahun)			Total CO <sub>2</sub> eq	Massa Sampah (ton/tahun)	Total CO <sub>2</sub> eq/ton sampah
	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O			
Pengomposan	320,71	0,00	229,38	550,09	3207,15	0,17
Pembuangan sampah ke TPA	287,10	34,74	0,00	321,84	3109,03	0,10
<b>TOTAL</b>				<b>321,84</b>	<b>6316,18</b>	

Berdasarkan Tabel 5.44 emisi dari kegiatan pengomposan sebesar 550,09 ton CO<sub>2(eq)</sub>. Sementara pembuangan sampah ke TPA menyumbang emisi CH<sub>4</sub> yang lebih sedikit daripada pengomposan. Emisi dari tiap satu ton sampah dihitung dengan langkah sebagai berikut,

- Sampah yang dikomposkan  
 Massa sampah = 3,207 Gg/tahun = 3207 ton/tahun  
 Total emisi = 550,09 ton CO<sub>2(eq)</sub>

$$\text{Emisi (ton sampah)} = \frac{\text{total emisi}}{\text{massa sampah}} = \frac{550,09 \text{ ton CO}_{2(\text{eq})}}{3207 \text{ ton/tahun}} = 0,17 \text{ ton CO}_{2(\text{eq})}/\text{tahun}$$

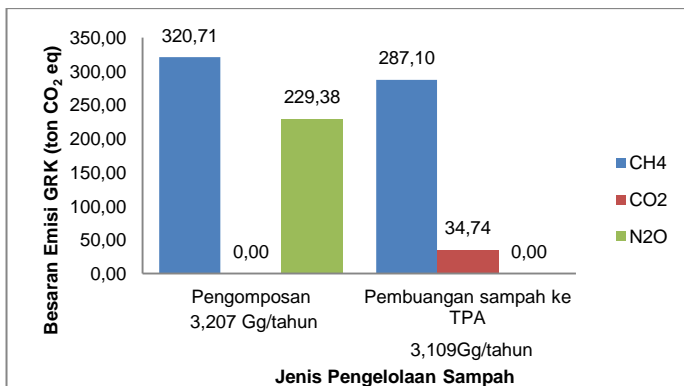
- Sampah yang dibuang ke TPA

$$\text{Massa sampah} = 3,109 \text{ Gg/tahun} = 3109 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Total emisi} = 321,84 \text{ ton CO}_{2(\text{eq})}$$

$$\text{Emisi (ton sampah)} = \frac{\text{total emisi}}{\text{massa sampah}} = \frac{321,84 \text{ ton CO}_{2(\text{eq})}}{3109 \text{ ton/tahun}} = 0,10 \text{ ton CO}_{2(\text{eq})}/\text{tahun}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, menunjukkan bahwa satu ton sampah yang dikomposkan akan menghasilkan emisi yang lebih besar daripada dibuang ke TPA. Akan tetapi, emisi yang dihasilkan dari kegiatan pengomposan dapat disimpan/ dicegah terlepas ke udara. Kegiatan pengomposan yang dilakukan secara aerobik dapat membatasi produksi CH<sub>4</sub>. Hal ini karena selama proses aerobik berlangsung, hanya dihasilkan gas CO<sub>2</sub> yang memiliki tingkat bahaya lebih rendah daripada CH<sub>4</sub>. Sebagian besar gas karbondioksida ini digunakan organisme untuk berfotosintesis, sehingga yang dilepaskan ke atmosfer hanya sebagian (Calabro, 2009). Menurut Suprihatin *et al* (2003), produksi satu ton kompos dapat menghindari emisi metana sebesar 0,21 – 0,29 ton atau setara dengan 5-7 ton emisi karbon dioksida. Hasil perhitungan emisi GRK skenario 3 secara lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.28



**Gambar 5. 28 Hasil Perhitungan Emisi Skenario 3 (Tahun 2020)**

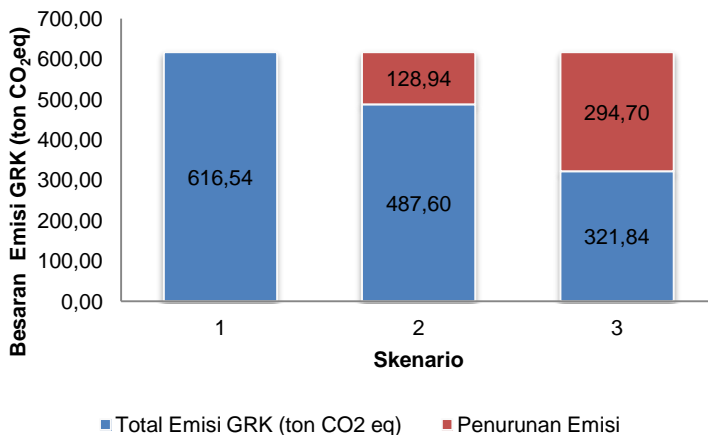


Berdasarkan Gambar 5.28, besar emisi dari sampah yang dibuang ke TPA dipengaruhi oleh banyaknya gas metana yang dihasilkan dari degradasi komponen organik yang ditimbun di TPA. Pada skenario tiga ini kegiatan pengomposan dan daur ulang sampah dapat menyimpan emisi, sementara kegiatan pembuangan sampah ke TPA dapat melepaskan emisi. Pengomposan dan daur ulang dapat mencegah timbulnya emisi yang seharusnya dihasilkan dari pembuangan sampah ke TPA.

Berdasarkan hal tersebut, maka emisi yang diperhitungkan pada skenario tiga ini hanya berdasarkan dari pembuangan sampah ke TPA yaitu sebesar 358,11 ton CO<sub>2(eq)</sub>, karena sebagian besar emisi telah tereduksi melalui pengomposan dan daur ulang.

### **5.2.5 Perbandingan Hasil Perhitungan Emisi Skenario Pertama, Kedua, dan Ketiga.**

Hasil perhitungan emisi dari skenario satu, dua, dan tiga selanjutnya dibandingkan. Tujuan membandingkan antar skenario ini adalah untuk mengetahui skenario mana yang menghasilkan emisi paling kecil. Dengan demikian dapat ditentukan pola pengelolaan sampah yang efektif sebagai upaya dalam mengurangi emisi yang ditimbulkan dari sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak. Perbandingan emisi GRK dari setiap skenario yang telah dikonversi dalam satuan ton CO<sub>2(eq)</sub> dapat dilihat pada Gambar 5.29. Pada Gambar 5.29 bagian yang berwarna biru menunjukkan besar emisi GRK sampah rumah tangga. Selanjutnya dilakukan perhitungan penurunan emisi untuk setiap skenario pengelolaan sampah yang direncanakan. Besar penurunan emisi untuk setiap skenario dengan baseline kondisi eksisting Tahun 2020 (skenario 1) ditunjukkan oleh bagian berwarna merah.



**Gambar 5. 29 Hasil Estimasi Emisi Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Bulak**

Gambar 5.29 diatas menunjukkan bahwa emisi GRK paling besar adalah dari skenario 1, yang mencapai 616,54 ton CO<sub>2</sub>(eq). Hal ini dipengaruhi oleh persentase sampah yang dibuang ke TPA cukup tinggi selain itu juga masih adanya sampah yang diperlakukan dengan pembakaran terbuka dengan persentase yang cukup tinggi pula. Pembakaran sampah secara terbuka menyumbang emisi sebesar 16,63 ton CO<sub>2</sub>(eq). Pada skenario 2 tahun 2020 dengan 70% pelayanan sampah terangkut ke TPA dan 30% pembakaran sampah secara terbuka disertai dengan adanya partisipasi masyarakat dalam mendaur ulang dan mengomposkan sampah akan menghasilkan emisi sebesar 487,60 ton CO<sub>2</sub>(eq). Pada skenario 3 Tahun 2020 dengan tingkat persen pelayanan sampah sebesar 100%, disertai dengan upaya reduksi maksimum melalui daur ulang dan pengomposan sampah akan menghasilkan emisi 321,84 ton CO<sub>2</sub>(eq). Skenario 3 menghasilkan emisi yang paling sedikit diantara skenario yang lainnya. Hal ini dipengaruhi dengan tidak adanya lagi sampah yang dibakar secara terbuka serta pemaksimalan reduksi sampah sesuai dengan potensi *recovery*nya. Kegiatan 3R mampu mengurangi jumlah sampah basah sehingga emisi GRK dari

sampah yang berpotensi menghasilkan emisi dalam jumlah besar itu dapat dihindari.

Pada Gambar 5.29, dapat dilihat emisi GRK akan diperkirakan terus meningkat jika tidak dilakukan upaya meminimalkan emisi yang terlepas. Berdasarkan gambar diatas, skenario dua mampu menurunkan emisi sebesar 128,94 ton CO<sub>2(eq)</sub>. Hal ini menunjukkan peningkatan pelayanan mencapai 70% sampah terlayani dan partisipasi masyarakat mampu menurunkan emisi sebesar 20,9 % dari total emisi GRK pada kondisi eksisting. Pada skenario tiga dapat menurunkan emisi sebesar 294,70 ton CO<sub>2(eq)</sub>. Hal ini menunjukkan reduksi sampah secara optimal dapat menurunkan emisi GRK sebesar 47,79 % dari total emisi pada kondisi eksisting. Berdasarkan penjelasan diatas menunjukkan bahwa estimasi besaran emisi GRK yang dapat dikurangi dari sampah tergantung pada upaya pengelolaan sampah dengan mempertimbangkan komposisi dan karakteristik sampah sesuai dengan Kustiasih *et al* (2014).

Berdasarkan uraian diatas, maka skenario yang paling ideal adalah skenario 3 karena menghasilkan emisi yang paling kecil yaitu sebesar 321,84 ton CO<sub>2(eq)</sub>. Reduksi optimum dapat dicapai dengan beberapa cara. Pertama melalui peningkatan pemahaman masyarakat dalam *recovery* setiap komponen sampah. Masyarakat sebagai pelaku reduksi di sumber akan sangat berperan dalam mengurangi jumlah sampah yang dibuang ke TPA jika memiliki kemauan dan pengetahuan terhadap potensi *recovery* setiap komponen sampah. Selain itu juga dapat dicapai dengan menambah fasilitas untuk 3R seperti TPS 3R. Pada penelitian sebelumnya, kegiatan pengelolaan sampah di Kecamatan Genteng menghasilkan emisi GRK sebesar 1270 ton CO<sub>2</sub>/tahun berdasarkan kondisi eksisting pengelolaan sampah di Kecamatan Genteng. Hasil tersebut berasal dari kegiatan penanganan sampah yang dibuang ke TPA sebesar 1120 ton CO<sub>2</sub>/tahun, serta emisi dari pengangkutan sampah menuju bank sampah dan TPS sebesar 150 ton CO<sub>2</sub>/tahun (Maziya, 2017). Dengan demikian hasil perhitungan emisi GRK dari pengelolaan sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak jika dibandingkan dengan emisi GRK dari pengelolaan sampah di Kecamatan Genteng Kota Surabaya, maka nilainya lebih kecil. Hal ini dipengaruhi oleh tingkat reduksi sampah, dimana persentase

reduksi sampah di Kecamatan Genteng hanya sebesar 6,1 % yang berasal dari reduksi kegiatan pengepul, kegiatan bank sampah, dan komposter.

### **5.3 Kelembagaan dalam Pengelolaan Sampah di Kecamatan Bulak**

Pengelolaan sampah melibatkan berbagai komponen pelaksana, mulai dari tingkat masyarakat, kelurahan, kecamatan, hingga tingkat dinas. Kelembagaan merupakan faktor yang berpengaruh dalam pengelolaan sampah. Dalam penelitian ini dilakukan penyebaran kuesioner terhadap lembaga tersebut dengan total responden sebanyak 18 orang. Berikut ini analisis kondisi kelembagaan dalam pengelolaan sampah di Kecamatan Bulak dalam upaya mencapai Indonesia Bebas sampah Tahun 2020. Berdasarkan SNI 3242 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah di Permukiman, pengelola sampah di permukiman harus berfokus pada peningkatan kerja institusi pengelola sampah, dan penguatan fungsi regulator dan operator.

#### **5.3.1 Kualitas Sumber Daya Manusia**

Kualitas sumber daya manusia dalam kelembagaan mencakup pengetahuan lembaga terhadap program Indonesia bebas sampah tahun 2020, upaya untuk mencapai Indonesia bebas sampah 2020, pelaksanaan program sosialisasi dan pelatihan terkait 3R dan pengomposan, serta kegiatan pendampingan yang diadakan untuk masyarakat. Hasil kuesioner dapat dilihat pada Lampiran. Berdasarkan hasil kuesioner, terkait pengetahuan seluruh pihak mulai dari tingkat RW hingga tingkat dinas sebagian besar telah mengetahui mengenai program Indonesia bebas sampah tahun 2020. Hal ini akan menjadi faktor pendukung terhadap kemungkinan ketercapaian program Indonesia bebas sampah tahun 2020. Upaya yang mulai diterapkan adalah melalui kegiatan 3R. Akan tetapi kekurangannya adalah kegiatan tersebut hanya dilakukan jika ada lomba saja, meskipun kegiatan sosialisasi dan pelatihan terkait 3R telah sering dilakukan. Kegiatan pendampingan yang dilakukan oleh lembaga dilakukan secara langsung maupun melalui pembentukan kader lingkungan. Kegiatan pendampingan

oleh kader dilakukan pada saat pengajian maupun arisan ibu-ibu PKK. Akan tetapi belum ada bentuk pengawasan secara khusus dari pihak dinas atau kecamatan terhadap kinerja kader lingkungan yang telah terbentuk.

### **5.3.2 Manajemen**

Manajemen dalam kelembagaan meliputi kelembagaan pengelola, perencanaan kegiatan, dan pengorganisasian tugas dalam reduksi sampah. Berdasarkan hasil kuesioner, di Kecamatan Bulak terdapat kelembagaan pengelola sampah berbasis masyarakat yaitu berupa Bank Sampah, namun saat ini sebagian besar tidak beroperasi lagi. Hal ini dipengaruhi karena partisipasi masyarakat yang kurang untuk berkontribusi dalam Bank Sampah. Pengelolaan sampah di lingkungan permukiman yang dimulai dari sumber menuju ke TPS dilakukan oleh lembaga yang dibentuk/ditunjuk oleh organisasi masyarakat di Kecamatan Bulak. Sementara, pengelolaan sampah dari TPS menuju ke TPA dilakukan oleh lembaga pengelolaan yaitu DKRTH. Lembaga tersebut telah memiliki rencana untuk menargetkan reduksi sampah sebesar 20%. Akan tetapi sejauh ini belum ada pengorganisasian tugas secara jelas mengenai pihak yang bertanggung jawab untuk mengawasi keberlangsungan program reduksi sampah agar mencapai target yang telah direncanakan.

### **5.3.3 Penyediaan Pelayanan Sampah**

Pelayanan sampah mencakup penyediaan fasilitas, sumber biaya untuk pengelolaan sampah serta biaya yang dikeluarkan untuk pelayanan sampah. Berdasarkan hasil kuesioner telah ada rencana untuk peningkatan penyediaan fasilitas melalui pembangunan TPS 3R, komposter komunal dan penambahan jumlah gerobak. Sumber biaya untuk pengumpulan sampah tidak berasal dari institusi/lembaga tingkat kelurahan, kecamatan, maupun tingkat dinas melainkan berasal dari iuran warga masyarakat dengan rata-rata sebesar Rp 5.000- Rp 10.000 untuk setiap KK. Biaya tersebut dinilai cukup kecil jumlahnya sehingga kurang sesuai dan mengakibatkan ada sebagian wilayah yang tidak dilayani pengumpulan sampahnya.

## 5.4 Analilis SWOT

Analisis SWOT dilakukan membantu untuk memahami tentang masalah internal dan eksternal yang akan dihadapi terkait pengelolaan sampah di Kecamatan Bulak sebagai upaya untuk mengurangi emisi GRK pada tahun 2020. Aspek yang ditinjau berupa aspek internal dan aspek eksternal terkait dengan hasil estimasi emisi dari skenario yang telah dibahas sebelumnya. Skenario 3 merupakan upaya terbaik yang dapat dilakukan agar menghasilkan emisi dari sampah rumah tangga dengan jumlah yang kecil. Akan tetapi hal tersebut juga memerlukan usaha dan dukungan yang lebih optimal dari semua pihak mengingat kondisi pada saat ini berdasarkan hasil analisis tingkat pelayanan baru mencapai 60,20%.

### 5.4.1 Identifikasi faktor-faktor SWOT

Setelah pengumpulan data melalui kuesioner yang telah disebarkan, selanjutnya dianalisis faktor internal (kekuatan dan kelemahan) dan faktor eksternal (peluang dan ancaman) dalam pengelolaan sampah di Kecamatan Bulak. Faktor-faktor sukses yang telah terkumpul selanjutnya diidentifikasi untuk menentukan faktor kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman. Parameter yang disusun untuk mengidentifikasi faktor SWOT mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Tahun 2012, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03 Tahun 2013 dan SNI 19-2452-2002 tentang tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan. Ketentuan dalam setiap penentuan faktor tersebut adalah sebagai berikut,

- Nilai parameter yang lebih dari 2,5 diklasifikasikan dalam faktor *strengths/opportunities*
- Nilai parameter yang kurang dari 2,5 diklasifikasikan dalam faktor *weakness/threats*
- Nilai parameter diperoleh berdasarkan hasil analisis kuesioner dan pengamatan kondisi lapangan secara langsung. Penentuan nilai parameter dapat dilihat pada Lampiran.

#### 5.4.1.1 Identifikasi Faktor Strategis Aspek Internal

Dalam penelitian ini faktor internal meliputi timbulan sampah yang terkelola, budaya dan perilaku masyarakat, metode

pengelolaan sampah, sarana, kualitas SDM pengelola, manajemen dan penyediaan pelayanan sampah. Berdasarkan aspek tersebut, kemudian diidentifikasi faktor sukses berdasarkan hasil analisis kuesioner dan kondisi lapangan. Identifikasi kekuatan dan kelemahan pada aspek internal dapat dilihat pada Tabel 5.46. Penentuan nilai parameter dapat dilihat pada Lampiran. Nilai parameter ditentukan berdasarkan pada pengamatan kondisi lapangan secara langsung dan hasil kuesioner.

**Tabel 5. 45 Identifikasi Faktor Kekuatan dan Kelemahan**

N o	Aspek Internal	Faktor Sukses	Indikator Parameter	Nilai Parameter	S/ W
1	Timbulan sampah terkelola	Jumlah timbulan sampah yang terkelola di Kecamatan Bulak dan pengaruhnya terhadap peningkatan emisi GRK	Timbulan sampah terkelola namun lingkungan sebagian besar masih kotor	2	S
2	Budaya dan Perilaku Masyarakat	Pengetahuan masyarakat tentang pengolahan sampah di sumber dan program 3R serta pihak yang bertanggung jawab dalam mengelola sampah	Pemilahan sampah yang bernilai ekonomi, pernah mendengar dan melakukan kegiatan 3R namun saat ini sudah tidak lagi melakukan, sebagian besar menjawab pihak yang bertanggung jawab adalah masyarakat	2	S
		Partipasi masyarakat dalam mendaur ulang dan mengomposkan	Pemilahan dan pengomposan sampah dilakukan jika ada lomba saja	3	W
3	Metode pengelolaan sampah	Metode pengelolaan sampah yang diterapkan di Kecamatan Bulak	Pengelolaan sampah dilakukan dengan langsung dibuang ke TPS dan dibakar	3	W

N o	Aspek Internal	Faktor Sukses	Indikator Parameter	Nilai Parameter	S/ W
4	Sarana	Kapasitas Kendaraan pengumpul (gerobak )	Kapasitas kendaraan pengumpul kurang memadai yaitu hanya mampu melayani 60% dari jumlah sampah total	3	W
		Kapasitas Kendaraan pengangkut	Jumlah kendaraan pengangkut kurang memadai yaitu hanya mampu menampung 60% sampah	3	W
5	Kualitas SDM	Pengetahuan terhadap program Indonesia Bebas Sampah 2020	Pihak RW/ Dinas Kelurahan mendukung program Indonesia Bebas Sampah karena sebagian besar cukup mengetahui tentang program Indonesia Bebas Sampah Tahun 2020	2,39	S
		Upaya untuk mencapai Indonesia Bebas Sampah 2020	Rencana yang dilakukan untuk mencapai Indonesia Bebas Sampah Tahun 2020 dengan upaya mulai menerapkan kegiatan 3R namun hanya dilakukan jika akan ada lomba saja	2,67	W
		Program sosialisasi dan pelatihan terkait 3R dan pengomposan	Adanya program sosialisasi dan pelatihan tentang 3R dan pengomposan yang secara sering dilakukan	1,67	S
		Kegiatan pendampingan	Terdapat kader lingkungan yang sebagian besar adalah fasilitator kelurahan, dengan frekuensi sering mengadakan kegiatan pendampingan	1,72	S



N o	Aspek Internal	Faktor Sukses	Indikator Parameter	Nilai Parameter	S/ W
6	Manajemen	Kelembagaan pengelola	Adanya kelembagaan pengelola berbasis masyarakat berupa Bank Sampah namun sebagian besar tidak beroperasi lagi	2,61	W
		Perencanaan kegiatan	Telah ada rencana terget reduksi sampah oleh lembaga terkait adalah sebesar 20%	2,44	S
		Pengorganisasian tugas	Pengorganisasian tugas tentang program reduksi sampah kurang jelas menjadi tanggung jawab siapa dan apakah sudah bekerja dengan optimal	3,28	W
7	Penyediaan pelayanan sampah	Penyediaan fasilitas	Adanya rencana peningkatan penyediaan fasilitas melalui pembangunan TPS 3R, komposter, dan penambahan jumlah gerobak sampah cara meningkatkan partisipasi masyarakat dengan pendampingan secara rutin saat melakukan pengomposan	1,61	S
		Sumber biaya	Terdapat sumber biaya untuk mengelola sampah (iuran) dengan jumlah cukup minim (kurang sesuai) yaitu hanya sebesar 5000 - 10,000	2,94	W
		Biaya yang dikeluarkan untuk pelayanan sampah	Biaya pengumpulan yang dikeluarkan kurang sesuai karena ada sebagian wilayah yang tidak dilayani	2,56	W

#### 5.4.1.2 Identifikasi Faktor Strategis Aspek Eksternal

Dalam penelitian ini faktor eksternal meliputi tingkat pelayanan, frekuensi pengumpulan, frekuensi pengangkutan, efisiensi pengangkutan, jenis TPA, faktor pemerintah, mitra kerja, dan pemasaran. Berdasarkan aspek tersebut, kemudian diidentifikasi faktor sukses berdasarkan hasil analisis kuesioner dan kondisi lapangan. Identifikasi peluang dan ancaman pada aspek eksternal dapat dilihat pada Tabel 5.47. Penentuan nilai parameter dapat dilihat pada Lampiran. Nilai parameter ditentukan berdasarkan pada pengamatan kondisi lapangan secara langsung dan hasil kuesioner.

**Tabel 5. 46 Identifikasi Faktor Peluang dan Ancaman**

N o	Aspek Eksternal	Faktor Sukses	Indikator Parameter	Nilai Parameter	O/ T
1	Tingkat pelayanan	Pencapaian tingkat pelayanan sampah di Kecamatan Bulak	Pencapaian tingkat pelayanan sampah pada tahun 2018 cukup rendah yaitu sebesar 60,20 %	3	T
2	Frekuensi pengumpulan	Frekuensi pengumpulan	Frekuensi pengumpulan sampah oleh petugas dilakukan > 3 kali seminggu	2	O
3	Frekuensi pengangkutan	Frekuensi pengangkutan	Frekuensi pengangkutan sampah dilakukan 2 hari sekali	2	O
4	Efisiensi pengangkutan	Efisiensi pengangkutan	Pengangkutan dilakukan dengan jumlah trip sebanyak 2 trip/hari	3	T
5	Jenis TPA	Jenis TPA	Jenis TPA Benowo sudah dikelola dalam bentuk Sanitary Landfill	1	O
6	Faktor Pemerintah	Peraturan	Adanya peraturan yang dijadikan landasan dalam melaksanakan program reduksi sampah berbasis masyarakat akan tetapi	2,00	O

N o	Aspek Eksternal	Faktor Sukses	Indikator Parameter	Nilai Parameter	O/ T
			implementasi kurang optimal karena kurangnya partisipasi masyarakat		
		Alokasi anggaran dana	Tidak ada alokasi anggaran dana untuk pembangunan TPS 3R dan fasilitas pengomposan	2,51	T
		Program pemerintah	Belum ada rencana untuk pengadaan TPS 3R akan tetapi adanya program kompetisi kampung bersih telah cukup berpengaruh terhadap sikap masyarakat untuk melakukan 3R	2,03	O
7	Faktor Mitra Kerja	Mitra Kerja	Adanya kerjasama melalui CSR dengan industri/perusahaan dalam menangani permasalahan sampah melalui kegiatan pelatihan untuk kader lingkungan	2,00	O
		Hubungan dengan mitra kerja	Adanya program pendampingan dari perguruan tinggi baik melalui KKN atau tugas akhir	1,25	O
		Keterlibatan pihak ketiga	Belum ada keterlibatan pihak ketiga/swasta dalam pengelolaan sampah di Kecamatan Bulak	3,78	T
8	Pemasaran	Pasar hasil produksi	Pemasaran hasil produk daur ulang dilakukan kepada industri daur ulang/ UKM yang bersedia menerima sampah yang masih bernilai ekonomi dari hasil daur ulang sampah	2,56	T

#### 5.4.2 Penentuan Nilai Rating, Bobot dan Skoring

Setelah diperoleh faktor yang menjadi kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman dari setiap aspek teknis dan kelembagaan selanjutnya dilakukan perhitungan nilai rating. Perhitungan nilai rating berdasarkan nilai parameter yang telah didapatkan.

- Nilai rating diperoleh dengan cara melakukan interpolasi skala 1 sampai dengan 4 menjadi -4 sampai dengan 4 dengan rumus sebagai berikut

$$\text{Rating} = (\text{Nilai Parameter} - 2,5) \times (-2,67)$$

Nilai rating menunjukkan pengaruh faktor tersebut terhadap meningkatnya emisi GRK dari pengelolaan sampah di Kecamatan Bulak. Pemberian nilai rating untuk faktor yang bersifat positif (kekuatan dan peluang) maka semakin besar angkanya menunjukkan nilainya semakin besar (berpengaruh).

- Penentuan bobot dilakukan berdasarkan tingkat kepentingan faktor tersebut terhadap pengelolaan sampah di Kecamatan Bulak dalam upaya mereduksi emisi dari sektor sampah. Jumlah nilai bobot dari setiap faktor internal ataupun eksternal tidak boleh melebihi 1. Tujuan pembobotan adalah untuk mengekspresikan seberapa besar pengaruh suatu parameter terhadap parameter lainnya (Selamat, 2002). Dalam penelitian ini, metode yang digunakan untuk melakukan pembobotan adalah metode ranking. Berdasarkan Selamat (2002), metode ranking merupakan metode yang paling sederhana untuk pemberian nilai bobot. Setiap parameter disusun berdasarkan ranking. Penentuan ranking dilakukan secara langsung. Parameter paling penting diberi nilai 1, dan parameter penting diberi nilai 2, parameter tidak penting diberi nilai 3 dan seterusnya. Setelah penetapan ranking, selanjutnya adalah menentukan bobot setiap parameter dengan pendekatan jumlah ranking. Pembobotan dengan jumlah ranking dihitung menurut rumus,

$$W_j = (n - r_j) + 1 / \sum (n - r_p + 1)$$

Keterangan,

$W_j$  : bobot normal untuk parameter ke  $j$  ( $j = 1, 2, 3, \dots, n$ )

$n$  : banyaknya parameter yang sedang dikaji

p : parameter (p = 1, 2, 3,...n)

r<sub>j</sub> : posisi ranking suatu parameter

- Nilai skor diperoleh dengan cara mengalikan nilai bobot dan rating. Nilai setiap parameter dalam faktor internal baik kekuatan maupun kelemahan selanjutnya dijumlahkan untuk memperoleh nilai skor total.

Penentuan nilai rating, bobot, dan skoring dapat dilihat pada Tabel 5.47 dan Tabel 5.48

**Tabel 5. 47 Nilai Rating, Bobot dan Skoring Aspek Internal**

No	Indikator <i>Strength</i>	Nilai Parameter	Rating	Rangking	Bobot	Skor
1	Timbulan sampah terkelola namun lingkungan sebagian besar masih kotor	2,00	1,34	7	0,04	0,05
2	Pemilahan sampah yang bernilai ekonomi, pernah mendengar dan melakukan kegiatan 3R namun saat ini sudah tidak lagi melakukan, sebagian besar menjawab pihak yang bertanggung jawab adalah masyarakat	2,00	1,34	6	0,07	0,10
3	Pihak RW/ Dinas Kelurahan mendukung program Indonesia Bebas Sampah karena sebagian besar cukup mengetahui tentang program Indonesia Bebas Sampah Tahun 2020	2,39	0,30	4	0,14	0,04
4	Adanya program sosialisasi dan pelatihan tentang 3R dan pengomposan yang secara sering dilakukan	1,67	2,23	3	0,18	0,40
5	Terdapat kader lingkungan yang sebagian besar adalah fasilitator kelurahan, dengan frekuensi sering mengadakan kegiatan pendampingan	1,72	2,08	2	0,21	0,45
6	Telah ada rencana target reduksi sampah oleh lembaga terkait adalah sebesar 20%	2,44	0,15	1	0,25	0,04

No	Indikator <i>Strength</i>	Nilai Parameter	Rating	Rangking	Bobot	Skor
7	Adanya rencana peningkatan penyediaan fasilitas melalui pembangunan TPS 3R, komposter, dan penambahan jumlah gerobak sampah cara meningkatkan partisipasi masyarakat dengan pendampingan secara rutin saat melakukan pengomposan	1,61	2,37	5	0,11	0,25
	Jumlah Nilai <i>Strength</i>	13,8			1,00	1,32

No	Indikator <i>Weakness</i>	Nilai Parameter	Rating	Rangking	Bobot	Skor
1	Pemilahan dan pengomposan sampah dilakukan jika ada lomba saja	3,00	-1,34	1	0,20	-0,27
2	Pengelolaan sampah dilakukan dengan langsung dibuang ke TPS dan dibakar	3,00	-1,34	2	0,18	-0,24
3	Kapasitas kendaraan pengumpul kurang memadai yaitu hanya mampu melayani 60% dari jumlah sampah total	3,00	-1,34	4	0,13	-0,18
4	Jumlah kendaraan pengangkut kurang memadai yaitu hanya mampu menampung 60% sampah	3,00	-1,34	6	0,09	-0,12
5	Rencana yang dilakukan untuk mencapai Indonesia Bebas Sampah Tahun 2020 dengan upaya mulai menerapkan kegiatan 3R namun hanya dilakukan jika akan ada lomba saja	2,67	-0,45	3	0,16	-0,07
6	Adanya kelembagaan pengelola berbasis masyarakat berupa Bank Sampah namun sebagian besar tidak beroperasi lagi	2,61	-0,30	5	0,11	-0,03

No	Indikator <i>Weakness</i>	Nilai Parameter	Rating	Rangking	Bobot	Skor
7	Pengorganisasian tugas tentang program reduksi sampah kurang jelas menjadi tanggung jawab siapa dan apakah sudah bekerja dengan optimal	3,28	-2,08	7	0,07	-0,14
8	Terdapat sumber biaya untuk mengelola sampah (iuran) dengan jumlah cukup minim (kurang sesuai) yaitu hanya sebesar 5000 - 10,000	2,94	-1,19	9	0,02	-0,03
9	Biaya pengumpulan yang dikeluarkan kurang sesuai karena ada sebagian wilayah yang tidak dilayani	2,56	-0,15	8	0,04	-0,01
	Jumlah Nilai <i>Weakness</i>				1,00	-1,07
Nilai Total Aspek Internal						0,24

Berdasarkan Tabel 5.48 total skor dari seluruh faktor kekuatan diperoleh nilai sebesar 1,32. Sementara total skor dari seluruh faktor kelemahan sebesar -1,07. Dengan demikian didapatkan nilai total skor dari aspek teknis internal dengan menjumlahkan nilai skor kekuatan dan kelemahan sebesar 0,24

**Tabel 5. 48 Nilai Rating, Bobot dan Skoring Aspek Eksternal**

No	Indikator <i>Opportunity</i>	Nilai Parameter	Rating	Rangking	Bobot	Skor
1	Frekuensi pengumpulan sampah oleh petugas dilakukan > 3 kali seminggu	2,00	1,34	4	0,14	0,19
2	Frekuensi pengangkutan sampah dilakukan 2 hari sekali	2,00	1,34	5	0,11	0,14
3	Jenis TPA Benowo sudah terkelola dalam bentuk Sanitary Landfill	1,00	4,01	7	0,04	0,14

No	Indikator <i>Opportunity</i>	Nilai Parameter	Rating	Rangking	Bobot	Skor
4	Adanya peraturan yang dijadikan landasan dalam melaksanakan program reduksi sampah berbasis masyarakat akan tetapi implementasi kurang optimal karena kurangnya partisipasi masyarakat	2,00	1,34	6	0,07	0,10
5	Belum ada rencana untuk pengadaan TPS 3R akan tetapi adanya program kompetisi kampung bersih telah cukup berpengaruh terhadap sikap masyarakat untuk melakukan 3R	2,03	1,26	1	0,25	0,31
6	Adanya kerjasama melalui CSR dengan industri/perusahaan dalam menangani permasalahan sampah melalui kegiatan pelatihan untuk kader lingkungan	2,00	1,34	2	0,21	0,29
7	Adanya program pendampingan dari perguruan tinggi baik melalui KKN atau tugas akhir	1,25	3,34	3	0,18	0,60
	Jumlah Nilai <i>Opportunity</i>				1,00	0,88

No	Indikator <i>Threats</i>	Nilai Parameter	Rating	Ran king	Bobot	Skor
1	Pencapaian tingkat pelayanan sampah pada tahun 2018 cukup rendah yaitu sebesar 60,20 %	3,00	-1,34	2	0,27	-0,36
2	Pengangkutan dilakukan dengan jumlah trip sebanyak 2 trip/hari	3,00	-1,34	4	0,13	-0,18
3	Tidak ada alokasi anggaran dana untuk pembangunan TPS 3R dan fasilitas pengomposan	2,51	-0,04	1	0,33	-0,01
4	Belum ada keterlibatan pihak ketiga/swasta dalam pengelolaan sampah di Kecamatan Bulak	3,78	-3,41	3	0,20	-0,68

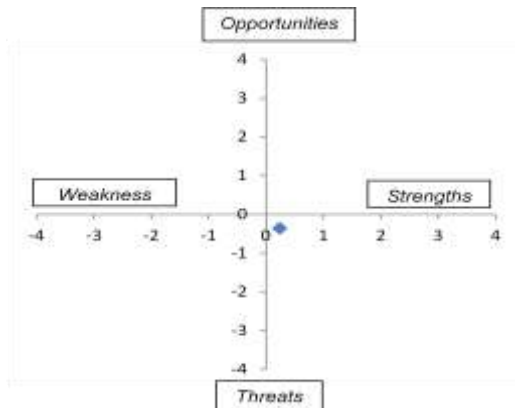


No	Indikator <i>Threats</i>	Nilai Parameter	Rating	Ran king	Bobot	Skor
5	Pemasaran hasil produk daur ulang dilakukan kepada industri daur ulang/ UKM yang bersedia menerima sampah yang masih bernilai ekonomi dari hasil daur ulang sampah	2,56	-0,15	5,0	0,07	-0,01
	Jumlah Nilai <i>Threats</i>				1,00	-1,24
Nilai Total Aspek Eksternal						-0,36

Berdasarkan Tabel 5.49 total skor dari seluruh faktor peluang diperoleh nilai sebesar 0,88. Sementara total skor dari seluruh faktor ancaman sebesar -1,24. Dengan demikian didapatkan nilai total skor dari aspek eksternal dengan menjumlahkan nilai skor peluang dan ancaman sebesar -0,36.

### 5.4.3 Analisis Kuadran SWOT

Penetapan posisi kuadran dilakukan dengan memplotkan nilai total skor dari matriks internal dan eksternal. Berdasarkan hasil perhitungan total skor pada aspek internal sebesar 0,24 dan total skor pada aspek eksternal sebesar -0,36. Nilai ini selanjutnya diplotkan dalam kuadran analisis SWOT yang dapat dilihat pada Gambar 5.30. Nilai aspek internal diplotkan pada sumbu X, sedangkan nilai pada aspek eksternal diplotkan pada sumbu Y.



Gambar 5. 30 Kuadran Analisis SWOT

Berdasarkan Gambar 5.30, dapat dilihat bahwa pengelolaan sampah di Kecamatan Bulak berada pada kuadran 2. Kuadran 2 menunjukkan bahwa Kecamatan Bulak memiliki kekuatan dari segi internal namun menghadapi berbagai ancaman. Oleh karena itu, strategi yang dapat diterapkan adalah menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang jangka panjang dengan cara strategi diversifikasi (ST)

#### 5.4.4 Strategi

Langkah selanjutnya adalah menguraikan strategi menjadi lebih rinci agar lebih mudah untuk dijabarkan dalam bentuk program kerja dan rencana aksi. Matriks SWOT perlu dibuat dengan mengkombinasikan faktor-faktor internal yang dimiliki dan faktor eksternal yang dihadapi. Matriks SWOT untuk pengelolaan sampah di Kecamatan Bulak dapat dilihat pada Tabel 5.49. Formulasi strategi disusun dengan menginteraksikan faktor internal dan faktor eksternal.

**Tabel 5. 49 Matrik SWOT**

<div style="text-align: right; padding-right: 10px;">Faktor Internal</div> <div style="text-align: left; padding-left: 10px;">Faktor Eksternal</div>	<p><b>Kekuatan (S)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Timbulan sampah terkelola namun lingkungan sebagian besar masih kotor</li> <li>2. Pemilahan sampah yang bernilai ekonomi, pernah mendengar dan melakukan kegiatan 3R namun saat ini sudah tidak lagi melakukan, sebagian besar menjawab pihak yang bertanggung jawab adalah masyarakat</li> <li>3. Pihak RW/ Dinas Kelurahan mendukung program Indonesia Bebas Sampah karena sebagian besar cukup mengetahui tentang program Indonesia Bebas Sampah Tahun 2020</li> <li>4. Adanya program sosialisasi dan pelatihan tentang 3R dan pengomposan yang secara sering dilakukan</li> <li>5. Terdapat kader lingkungan yang sebagian besar adalah fasilitator</li> </ol>
--	--

	<p>kelurahan, dengan frekuensi sering mengadakan kegiatan pendampingan</p> <p>6. Telah ada rencana terget reduksi sampah oleh lembaga terkait adalah sebesar 20%</p> <p>7. Adanya rencana peningkatan penyediaan fasilitas melalui pembangunan TPS 3R, komposter, dan penambahan jumlah gerobak sampah cara meningkatkan partisipasi masyarakat dengan pendampingan secara rutin saat melakukan pengomposan</p>
<p>Ancaman (T)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pencapaian tingkat pelayanan sampah pada tahun 2018 cukup rendah yaitu sebesar 60,20 %</li> <li>2. Pengangkutan dilakukan dengan jumlah trip sebanyak 2 trip/hari</li> <li>3. Tidak ada alokasi anggaran dana untuk pembangunan TPS 3R dan fasilitas pengomposan</li> <li>4. Belum ada keterlibatan pihak ketiga/swasta dalam pengelolaan sampah di Kecamatan Bulak</li> <li>5. Pemasaran hasil produk daur ulang dilakukan kepada industri daur ulang/ UKM yang bersedia menerima sampah yang masih bernilai ekonomi dari hasil daur ulang sampah</li> </ol>	<p>Strategi ST</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peningkatan persentase pelayanan sampah dengan penambahan sarana persampahan seperti fasilitas pengumpul dan fasilitas pengangkutan agar tidak terjadi penumpukan sampah</li> <li>2. Penyediaan wadah terpilah sesuai dengan volume sampah serta pengadaan/pembangunan rumah kompos skala kawasan.</li> <li>3. Membentuk lembaga pengelola sampah berbasis masyarakat (Bank Sampah) untuk meningkatkan kepedulian dan kemauan masyarakat dalam mereduksi sampah di sumber (pemilahan dan pengomposan). Contoh kegiatan yang dapat dilakukan adalah proaktif dengan pengurus Bank Sampah untuk melaksanakan kegiatan kerja bakti setiap akhir pekan.</li> <li>4. Peningkatan kinerja SDM pengelola persampahan melalui pelatihan dan pembuatan pelaporan kinerja kebersihan setiap periode.</li> <li>5. Penyusunan pedoman/kebijakan terkait tugas pokok dan fungsi SKPD dalam penyelenggaraan persampahan serta melakukan</li> </ol>

	<p>prioritas pengelolaan sampah secara efektif dengan mengatur anggaran, menambah fasilitas, dan tenaga kebersihan pada musrenbang (musyawarah perencanaan pembangunan) Kecamatan Bulak.</p> <p>6. Melakukan pendataan terhadap kader lingkungan aktif di setiap kelurahan serta optimalisasi kinerja kader lingkungan dengan membentuk sistem penilaian dan pemantauan</p> <p>7. Megupayakan terwujudnya kelembagaan pengelola sampah yang terintegrasi melalui kerjasama dengan pihak swasta/ LSM dalam mengelola sampah di Kecamatan Bulak. Contoh kegiatannya dapat berupa pengadaan pelatihan daur ulang sampah dan juga menjadi partner untuk pemasaran produk daur ulang.</p>
--	--

## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan sementara adalah sebagai berikut

1. Laju timbunan sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak adalah sebesar 0,414 kg/orang.hari. Komposisi sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak terdiri dari sampah sisa makanan sebanyak 41,26 %; sampah kebun dan taman 5,37%; sampah campuran makanan dan kebun 10,73%; plastik 10,86%; kayu 3,16%; kertas 5,86%; tekstil 2,13% ; *nappies (disposable diapers)* 13,03% ; karet 0,69%; kulit 0,12%; logam 0,29% ; gelas 2,31%; dan sampah lain-lain sebanyak 4,18%.
2. Hasil estimasi emisi GRK dari sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak pada masing-masing skenario yaitu pada skenario satu (tahun 2020 sesuai kondisi eksisting tahun 2018) sebesar 616,54 ton CO<sub>2(eq)</sub>. Skenario dua menghasilkan emisi sebesar 487,60ton CO<sub>2(eq)</sub>. Skenario tiga menghasilkan emisi sebesar 321,84 ton CO<sub>2(eq)</sub>. Skenario satu menghasilkan emisi paling besar karena besarnya persentase sampah yang belum terkelola (dibakar terbuka). Emisi yang terbesar selanjutnya berasal dari skenario dua, yang disebabkan karena masih adanya sampah yang dibakar secara terbuka. Emisi paling terkecil berasal dari skenario tiga karena massa sampah yang ke TPA dapat dikurangi melalui daur ulang dan pengomposan dengan *recovery factor* maksimum.
3. Strategi kebijakan pengelolaan sampah untuk mengurangi emisi GRK dari sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak adalah sebagai berikut :
  - a. Peningkatan persentase pelayanan sampah dengan penambahan sarana persampahan seperti fasilitas pengumpul dan fasilitas pengangkutan agar tidak terjadi penumpukan sampah
  - b. Penyediaan wadah terpilah sesuai dengan volume sampah serta pengadaan/pembangunan rumah kompos skala kawasan.

- c. Pembentukan lembaga pengelola sampah berbasis masyarakat (Bank Sampah)
- d. Peningkatan kinerja SDM pengelola persampahan melalui pelatihan dan pembuatan pelaporan kinerja kebersihan setiap periode.
- e. Penyusunan pedoman/kebijakan terkait tugas pokok dan fungsi SKPD dalam penyelenggaraan persampahan secara efektif dengan mengatur anggaran, menambah fasilitas, dan tenaga kebersihan musrenbang (musyawarah perencanaan pembangunan) Kecamatan Bulak
- f. Melakukan pendataan terhadap kader lingkungan aktif di setiap kelurahan serta optimalisasi kinerja kader lingkungan dengan membentuk sistem penilaian dan pemantauan
- g. Megupayakan terwujudnya kelembagaan pengelola sampah yang terintegrasi melalui kerjasama dengan pihak swasta/LSM dalam mengelola sampah di Kecamatan Bulak.

## **6.2 Saran**

Setelah dilakukan analisis potensi emisi GRK dari sampah rumah tangga di Kecamatan Bulak, disarankan adanya penelitian lanjutan terkait potensi emisi yang berasal dari sampah sejenis sampah rumah tangga (fasilitas umum) dan emisi dari pengangkutan sampah. Perhitungan emisi menggunakan metode perhitungan yang berbeda sebagai bahan perbandingan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ambariski, P. P. (2016). *Optimasi Sistem Pengangkutan Sampah Berdasarkan Kapasitas Kendaraan Pengangkut dan Kondisi Kontainer Sampah di Surabaya Barat*. Surabaya : Tugas Akhir: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- An, B., & Cahya, L. M. (2013). Analisis Potensi Utilisasi Sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). *Proceedings 7th National Industrial Engineering Conference*. Surabaya.
- Anonim. (2010). *Dokumen Strategi Pengembangan Permukiman dan Infrastruktur Perkotaan Kota Surabaya*. Surabaya: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya.
- Anonim. (2016). *Profil Kota Surabaya*. Surabaya: Dinas Komunikasi dan Informatika Kota Surabaya.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. (2014). *Pedoman Teknis Perhitungan Baseline Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Pengelolaan Limbah*. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. (2015). *Surabaya dalam Angka 2014*. Surabaya.
- Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. (2016). *Kecamatan Bulak dalam Angka*. Surabaya.
- Badan Standardisasi Nasional. (1994). SNI 19- 3964 - 1994. *Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 19-2454-2002. *Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 19-3242-2008. *Pengelolaan Sampah di Permukiman*
- Beloborodko, A., Romagnoli, F., Rosa, M., Disanto, C., Salimbeni, R., Karlsen, E. N., . . . Blumberga, D. (2015). SWOT Analysis Approach for Advancement of Waste to Energy Cluster in Latvia. *International Scientific Conference "Environmental and Climate Technologies – CONECT 2014"* (pp. Vol 72, 163 - 169). Latvia: Elsevier Ltd.
- Bogner, J., Pipatti, R., Hashimoto, S., Diaz, C., Mareckova, K., Diaz, L., . . . Gregory, R. (2008). Mitigation of Global Greenhouse Gas Emissions From Waste: Conclusion and Strategies From The Intergovernmental Panel on

- Climate Change (IPCC) forth assesment report. *Waste Management Resolution*, 26 (1).
- Calabro, P. S. (2009). Greenhouse Gases Emission From Municipal Waste Management: The Role of Separate Collection. *Waste Management* 29, 2178 - 2187.
- Candak, S. (2010). Trends in Solid Waste Mnagement-Issues, Challenges, and Opportunities . *International Consultative Meeting on Expanding Waste Management Services in Developing Countries*.
- Damanhuri, E., & Padmi, T. (2010). *Pengelolaan Sampah*. Program Studi Teknik Lingkungan FTSL ITB.
- Dhokhikah, Y., & Trihadiningrum, Y. (2012). Solid Waste Management in Asian Developing Countries. *Journal of Applied Environmental and Biological Science*, 329-335.
- Dhokhikah, Y., Trihadiningrum, Y., & Sunaryo, S. (2015). Community Participation in Household Solid Waste Reduction in Surabaya, Indonesia . *Journal of Resources, Conservation, and Recycling*, 153 - 162.
- Dinas PU Cipta Karya. (2002). *Pofil Kota Surabaya*. Surabaya.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Japan: ISBN 4-88788-032-4.
- Isnaini, R., & Wilujeng, S. A. (2013). *Potensi Gas Rumah Kaca Pengelolaan Sampah Domestik di Kecamatan Rungkut Kota Surabaya*. Surabaya: Tugas Akhir: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Jawa Pos. (2017, Januari). Retrieved from Jawapos.com: <https://www.jawapos.com/read/2017/02/23/111942/surabaya-utara-minim-pemilahan-sampah>
- Karak, T., Bhagat, R., & Bhattachryya, P. (2011). Municipal Solid Waste Generation, Composition, and Management: The World Scenario. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, Vol 42 , 1509 - 1630.
- Kardono. (2007). Integrated Solid Waste Management in Indonesia. *International Symposium on Ecotopia Science*. Ecotopia: ISETS.
- Kelompok Kerja Sanitasi Kota Surabaya . (2010). *Buku Putih Sanitasi Kota Surabaya* . Surabaya.



- Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia. (2015). *Laporan Akhir Kajian Kebijakan dan Strategi Nasional Percepatan Pengelolaan Persampahan*. Jakarta: PT. ARKONIN ENGINEERING
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2012). *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Buku II Volume 4 Metodologi Perhitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca Pengelolaan Limbah*. Jakarta.
- Kiswandayani, A. V., Susanawati, L. D., & Wirosodarmo, R. (2010). Komposisi sampah dan Potensi Emisi Gas Rumah Kaca pada Pengelolaan sampah Domestik : Studi Kasus TPA Winongo Kota Madiun. *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 10-17.
- Kosmanto, Y., Rohidin, & Brata, B. (2012). Strategi Pengelolaan Sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Kabupaten Bengkulu Selatan Tahun 2012. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* , Vol 1, No 1, ISSN : 2302-6715.
- Kustiasih, T., Setyawati, L. M., Anggraini, F., Darwati, S., & Aryenti. (2014). Faktor Penentu Emisi Gas Rumah Kaca Pengelolaan Sampah Perkotaan. *Jurnal Permukiman*, Vol.19 No.2 :78-90.
- Lee, S., Kim, J., & Chong, K. W. (2016). The Causes of the Municipal Solid Waste and the Greenhouse Gas Emission from the Waste Sector in the United States. *Journal Waste Management* 56, 593-599.
- Lombardi, L., Carnevale, E., & Corti, A. (2006 ). Greenhouse Effect Reduction and Energy Recovery From Waste Landfill. *Journal Energy*, 31.
- Mangkoedihardjo, S. (1985). *Penyediaan Air Bersih I : Dasar-Dasar Perencanaan dan Evaluasi Kebutuhan Air*. Teknik Penyehatan FTSP- ITS Surabaya.
- Maziya, F. B. (2017). Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Kegiatan Pengelolaan Sampah Kecamatan Genteng Kota Surabaya. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol 3 No 2 (1-9).
- Nurmianto, E., & Nasution, A. H. (2004). Perumusan Strategi Kemitraan Menggunakan Metode AHP dan SWOT Studi

- Kasus pada Kemitraan PT. INKA dengan Industri Kecil Menengah di Wilayah Karesidenan Madiun. *Jurnal Teknik Industri*, Vol.6 No.1 ; 47-60.
- Ojo, G. O., & Bowen, M. D. (2014). Environmental and Economic Analysis of Solid Waste Management Alternative for Lagos Municipality, Nigeria. *Journal of Sustainable Development in Africa*, Vol 16, No 1, ISSN : 1520-5509.
- Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 2 tahun 2006 tentang *Organisasi Kecamatan Kota Surabaya*. Pemerintah Kota Surabaya.
- Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 5 tahun 2006 tentang *Organisasi Kelurahan Kota Surabaya*. Pemerintah Kota Surabaya.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 61 tahun 2011 tentang *Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca*.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03 Tahun 2013 tentang *Penyelenggaraan Prasarana Dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*.
- Peraturan Walikota Surabaya Nomor 50. (2016). *Kedudukan, Susunan Organisasi, Uraian Tugas dan Fungsi serta Tata Kerja Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya*. Surabaya : Pemerintah Kota Surabaya.
- Ramachandra, T. V., Bharath, H. A., Kulkarni, G., & Han, S. S. (2017). Municipal Solid Waste : Generation, Composition, and GHG emission in Bangalore, India. *Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 82 , 1122 - 1136.
- Rangkuti, F. (1997). *Analisis SWOT Teknik Membedah Kasus Bisnis*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Research Triangle Institute International. (2010). *Greenhouse Gas Emissions Estimation Methodologies for Biogenic Emissions from Selected Source Categories : Solid Waste Disposal Wastewater Treatment Ethanol Fermentation*.

- Selamat, M. B. (2002). *Modul Praktikum Sitem Informasi Geografis*. Sumatra Selatan, Jurusan Ilmu Kelautan (FKIP): Universitas Hasanuddin.
- Selintung, M., Zubair, A., & Anneke, E. T. (2013). Studi Karakteristik Sampah pada Tempat Pembuangan Akhir di Kabupaten Maros. *Jurnal Universitas Hasanuddin*.
- Singh, G. K., & Chaudary, S. (2014). Solid Waste Management : Its Sources, Collection, Transportation and Recycling. *International Jurnal of Environmental science and Development*, Vol 5, No 4.
- Suara Surabaya. (2017, Februari). Retrieved from Suarasurabaya.net:<http://kelanakota.suarasurabaya.net/news/2017/184588-Agar-Sampah-TPA-Benowo-Surabaya-Tidak-Menimbulkan-Polusi>
- Sudarman. (2010). Meminimalkan Daya Dukung Sampah Terhadap Pemanasan Global . *Jurnal Profesional*, Vol 8, No.1 ,ISSN 1693 - 3745.
- Sudarwanto, A. S. (2010). Peran Strategis Perempuan dalam Pengelolaan Limbah Padat Bernilai Ekonomi. *Jurnal EKOSAINS*, Vol II, No.1.
- Suprihatin, Indrasti, N. S., & Romli, M. (2003). Potensi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Melalui Pengomposan Sampah. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* , Vol 18(1), 53-59.
- Suryani, A. S. (2017). Menuju Indonesia Bebas Sampah 2020 : Tantangan dan Peluang. *Kajian Singkat terhadap Isu Aktual dan Strategis Pusat Penelitian RI*, Vol IX, No 04.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1993). *Integrated Solid Waste Management : Engineering Principles and Management Issues*. Singapore: Mc-Graw-Hill.
- Thamrin, H., & Pamungkas, E. W. (2017). A Rule Based SWOT Analysis Application : A Case Study for Indonesian Higher Education Institution. *2nd International Conference on Computer Science and Computational Intelligence 2017* (pp. 144 - 150). Bali, Indonesia: Elsevier B.V.
- Undang - Undang Republik Indonesia No.18 Tahun 2008. (n.d.). *Tentang Pengelolaan Sampah*.
- Upadhyay, V., Jethoo, A. S., & Poonia, M. P. (2012). Solid Waste Collection and Segregation : A Case Study of MNIT

Campus, Jaipur. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, Volume I, Issue 3, ISSN : 2277 - 3754.

Wahyono, S. (2015). Studi Potensi dan Kualitas Gas dari Tempat Pemrosesan Akhir Sampah Kota Probolinggo. *Jurnal Teknologi Lingkungan* , Vol 16. No 1 : 15-20.

Yuan, H. (2013). A SWOT Analysis of Successful Construction Waste Management. *Journal of Cleaner Production* , Vol 39, 1- 8.

## LAMPIRAN

### KUESIONER A

(Kader Lingkungan, Tokoh Masyarakat, Ketua Dasawisma, Ketua RT)

Tanggal :  
Surveyor :  
Kelurahan :  
RT/ RW:

#### IDENTITAS RESPONDEN

Nama :  
Umur :  
Nenis kelamin : L / P  
Pekerjaan :  
Alamat :  
Jumlah jiwa dalam satu rumah :

**Mohon memberi tanda silang (x) pada pilihan yang Bapak/Ibu ketahui dan Bapak/Ibu terapkan.**

1. Menurut Bapak/ Ibu, sebaiknya sampah dipilah dari sumber sampah/ rumah atau langsung dibuang saja?
  - 1) Dipilah dari sumber sampah (dipisahkan antara sampah basah dan kering)
  - 2) Diambil sampah yang bernilai ekonomi (botol plastik, kertas/karton)
  - 3) Langsung dibuang tanpa dipilah
  - 4) Tidak tahu
2. Apakah Bapak/Ibu pernah mendengar program 3R (*Reduce, Reuse, dan Recycle*) atau daur ulang sampah ?
  - 1) Pernah, dan mempraktekkan sampai saat ini
  - 2) Pernah mendengar dan melakukan namun saat ini sudah tidak mempraktekkan
  - 3) Sering mendengar namun tidak mempraktekkan
  - 4) Tidak pernah mendengar sama sekali dan tidak mempraktekkan

3. Menurut Bapak/Ibu siapakah yang harus bertanggung jawab dalam pengelolaan sampah ?
- 1) Semua pihak yaitu pemerintah dan masyarakat
  - 2) Masyarakat saja
  - 3) Pemerintah saja
  - 4) Tidak tahu
4. Apakah Bapak/Ibu melakukan pemilahan sampah sebelum dibuang ?
- 1) Selalu /rutin
  - 2) Sering
  - 3) Jika ada ada lomba saja
  - 4) Tidak melakukan sama sekali

Jika tidak, apakah yang menyebabkan Bapak/Ibu enggan untuk memilah ?

- 1) Tidak ada tempat yang cukup untuk menempatkan hasil pilahan sampah
- 2) Tidak ada waktu
- 3) Tidak ada keinginan /malas/ribet
- 4) Tidak tahu kalau sampah perlu dipilah sebelum dibuang

Jika iya , jenis sampah apa saja yang biasa Bapak/Ibu pilah?

.....  
Apakah Bapak/Ibu menerapkan pengomposan di rumah?

- 1) Selalu/ rutin
- 2) Sering
- 3) Jika ada lomba saja
- 4) Tidak

Jika tidak, apakah yang menyebabkan Bapak/Ibu enggan untuk melakukan pengomposan ?

- 1) Tidak mengerti cara membuat kompos
- 2) Tidak ada sarana pengomposan sampah (lahan dan alat)
- 3) Tidak ada waktu
- 4) Malas

Jika iya , jenis sampah apa saja yang biasa Bapak/Ibu komposkan?

5. Masalah apa yang sering terjadi terkait penanganan sampah di daerah Bapak/Ibu ?

- 1) Tidak ada masalah
  - 2) Jadwal pengambilan sampah tidak rutin setiap hari
  - 3) Sampah sering meluber (kapasitas tempat sampah kurang sesuai)
  - 4) Sampah berserakan/ berceceran
- Lainnya :

6. Apakah di tempat Bapak/Ibu sudah pernah diadakan kegiatan sosialisasi mengenai cara pemilahan dan pengolahan sampah?

- 1) Sudah
- 2) Belum

Jika sudah, apakah Bapak/Ibu pernah mengikuti kegiatan sosialisasi tersebut?

- 1) Pernah dan menerapkan sampai saat ini
- 2) Pernah mengikuti, pernah menerapkan namun saat ini sudah tidak lagi
- 3) Pernah mengikuti namun tidak menerapkan
- 4) Tidak pernah mengikuti dan tidak pernah menerapkan

Jika tidak pernah, apakah Bapak/Ibu bersedia untuk datang ke acara sosialisasi yang dilaksanakan di lingkungan Bapak/Ibu di kemudian hari ?

- 1) Bersedia datang dan bersedia menerapkan
- 2) Tidak bersedia datang namun bersedia menerapkan
- 3) Bersedia datang saja namun tidak bersedia menerapkan

- 4) Tidak bersedia datang dan tidak bersedia menerapkan

Alasan :

.....  
.....

7. Apakah semua sampah di wilayah sekitar Bapak/Ibu dilayani oleh petugas gerobak sampah?

- 1) Semua terlayani karena rutin membayar iuran sampah
- 2) Semua terlayani walaupun ada yang tidak membayar iuran
- 3) Tidak semua terlayani karena ada yang tidak membayar iuran sampah
- 4) Tidak tahu

Jika tidak semua dilayani, Menurut Bapak/Ibu ada berapa KK yang tidak dilayani?

.....

apakah alasannya KK tersebut tidak dilayani?

.....



### **KUISIONER B**

(Ketua RW, Kelurahan, Kecamatan, dan DKRTH)

Tanggal :

Surveyor :

Kelurahan :

RT/ RW:

### **IDENTITAS RESPONDEN**

Nama :

Jenis kelamin : L / P

Umur :

Jabatan :

Dinas instansi/ lembaga :

Alamat :

### **Faktor Internal**

1. Apakah pihak RW/ Kelurahan/ Kecamatan/ Dinas telah mengetahui program Indonesia Bebas Sampah Tahun 2020? (bagaimana program tersebut?)
  - 1) Tahu (pernah mendengar dan bisa menjelaskan)
  - 2) Cukup tahu (sering mendengar, namun tidak bisa menjelaskan)
  - 3) Kurang tahu (pernah mendengar sekilas, namun tidak mengerti)
  - 4) Tidak tahu (tidak pernah mendengar sama sekali dan tidak bisa menjelaskan)
2. Jika Bapak/Ibu mengetahui tentang Indonesia bebas sampah 2020, rencana apa yang dilakukan untuk mencapai Indonesia bebas sampah 2020?
  - 1) Sudah melaksanakan kegiatan 3R (*Reduce, reuse, recycle*) dan pengomposan secara rutin dan akan ada rencana untuk menaikkan kapasitas layanan
  - 2) Penggencaran program sosialisasi tentang 3R dan pengolahan sampah melalui komposting

- 3) Sudah mulai menerapkan kegiatan 3R dan pengomposan namun belum rutin (jika ada lomba)
- 4) Belum ada upaya yang akan dilakukan
- 3. Apakah terdapat kegiatan sosialisasi dan pelatihan tentang 3R (daur ulang sampah) yang diadakan untuk masyarakat?
  - 1) Ada
  - 2) Tidak

Jika ada, bagaimana frekuensi pengadaan kegiatan tersebut?

- 1) Rutin dilaksanakan (minimal 1 bulan sekali)
- 2) Sering
- 3) Jika akan ada lomba
- 4) Belum pasti
- 4. Apakah terdapat kader lingkungan di wilayah Bapak/Ibu?
  - 1) Ada , dibentuk dari warga dengan arahan fasilitator kelurahan
  - 2) Ada, yaitu fasilitator kelurahan
  - 3) Ada, dibentuk dari pengurus RT
  - 4) Belum ada kader lingkungan

Jika sudah, bagaimana frekuensi pendampingan/ penyuluhan lingkungan dari kader lingkungan di wilayah Bapak/Ibu?

- 1) Selalu/ rutin
- 2) Sering
- 3) Jika ada lomba saja
- 4) Belum ada pendampingan dari kader lingkungan
- 5. Apakah terdapat Bank Sampah di wilayah Bapak/Ibu?
  - 1) Ada, dan beroperasi secara rutin sampai saat ini
  - 2) Ada, namun beroperasi tidak rutin
  - 3) Pernah ada, namun sudah tidak beroperasi lagi
  - 4) Belum ada Bank Sampah

Jika belum, apakah ada rencana pembentukan Bank Sampah di lingkungan Bapak/Ibu? Sebutkan alasannya?

- 1) Ada rencana pembentukan Bank Sampah agar jumlah sampah berkurang
  - 2) Ada rencana dalam waktu dekat akan dibentuk karena merasa perlu untuk meningkatkan nilai tambah sektor ekonomi dan sebagai sarana edukasi
  - 3) Ada rencana namun tidak tahu bagaimana cara memulainya
  - 4) Tidak ada rencana untuk membentuk Bank Sampah karena merasa tidak perlu
6. Bagaimana pengorganisasian tugas tentang tanggung jawab dalam mengawasi program reduksi sampah?
- 1) Sudah ada, jelas dan berjalan dengan optimal
  - 2) Sudah ada namun tidak memberi pengaruh yang signifikan
  - 3) Sudah ada namun arahnya kurang jelas
  - 4) Belum ada penugasan khusus tentang pengawasan program reduksi sampah
7. Apakah ada rencana penyediaan fasilitas komposter skala rumah tangga bagi masyarakat ?
- 1) Ada
  - 2) Tidak ada

Bagaimana cara meningkatkan partisipasi masyarakat dalam mengolah sampah melalui komposting?

- 1) Peningkatan frekuensi kegiatan sosialisasi pengolahan sampah melalui komposting
- 2) Pendampingan secara rutin pada saat pelaksanaan proses pengomposan
- 3) Pembagian fasilitas komposter
- 4) Pembentukan rumah kompos skala kawasan

8. Berapakah target reduksi sampah di wilayah Bapak/Ibu yang direncanakan pada tahun 2020, untuk mencapai Indonesia Bebas Sampah tahun 2020?
  - 1) 30%
  - 2) 20%
  - 3) 10%
  - 4) 0%
9. Berapakah rata-rata penarikan iuran pengumpulan sampah untuk setiap KK?
  - 1) > Rp 25.000
  - 2) Rp15.000 – Rp 20.000
  - 3) Rp 5000 – Rp 10.000
  - 4) <10.000
10. Apakah jumlah biaya pengumpulan yang dikeluarkan telah sesuai dengan pelayanan kepada masyarakat?
  - 1) Berlebih (dapat ditabung untuk biaya perawatan dan pemeliharaan fasilitas)
  - 2) Sesuai (semua area terlayani)
  - 3) Kurang (sebagian kecil area ada yang tidak dilayani)
  - 4) Sangat kurang (sebagian besar area tidak dilayani)

**Faktor Eksternal**

1. Apakah menurut Bapak/Ibu implementasi pengelolaan sampah di wilayah Bapak/Ibu sudah sesuai dengan peraturan pengelolaan sampah?
  - 1) Sudah sesuai dan berjalan dengan lancar
  - 2) Sudah sesuai namun masih belum optimal karena kurangnya partisipasi masyarakat
  - 3) Belum sesuai karena keterbatasan anggaran dana
  - 4) Belum sesuai karena kurangnya keterampilan dan pengetahuan

2. Apakah sudah ada rencana pengadaan TPS 3R sebagai upaya peningkatan pelayanan sampah di wilayah Bapak/Ibu?

- 1) Sudah
- 2) Belum

Jika belum, apa yang menjadi kendala untuk pembangunan TPS 3R?

- 1) Tidak ada lahan
  - 2) Ketersediaan waktu dan tenaga
  - 3) Ketersediaan biaya
  - 4) Tidak merasa perlu
3. Apakah ada rencana alokasi anggaran dana untuk penyediaan fasilitas TPS 3R?

- 1) Ada
- 2) Tidak

Jika ada, darimanakah biaya penyediaan fasilitas TPS 3R didapat?

- 1) Anggaran pemerintah pusat (APBN)
  - 2) Bantuan CSR/ mitra kerja
  - 3) APBD
  - 4) Hasil daur ulang sampah dan hasil penjualan kompos
4. Apakah ada alokasi anggaran dana untuk penyediaan fasilitas komposting skala kawasan ?
- 1) Ada
  - 2) Tidak

Jika ada, darimanakah biaya penyediaan fasilitas komposting skala kawasan didapat?

- 1) Anggaran pemerintah pusat (APBN)
- 2) Bantuan CSR/ mitra kerja
- 3) APBD
- 4) Hasil penjualan produk daur ulang sampah dan produk kompos

5. Apakah Bapak/Ibu mengetahui program pemerintah terkait kompetisi kampung bersih (MDS dan Surabaya *Green and Clean* (SGC))?
- 1) Sangat tahu (paham, bisa menjelaskan)
  - 2) Tahu (paham, namun tidak bisa menjelaskan)
  - 3) Cukup tahu (pernah mendengar sekilas, namun tidak mengerti)
  - 4) Tidak tahu (tidak pernah mendengar sama sekali)
- Bagaimana pengaruh program pemerintah tersebut di wilayah Bapak/Ibu ?
- 1) Sangat berpengaruh (sudah mulai menyusun strategi untuk meningkatkan upaya 3R bukan hanya saat persiapan lomba saja)
  - 2) Berpengaruh (mulai tergerak dan mengajak orang disekitarnya)
  - 3) Cukup berpengaruh (muncul rasa ingin tahu dan tergerak untuk melakukan 3R)
  - 4) Tidak berpengaruh (tidak muncul rasa ingin tahu dan tidak menggerakkan masyarakat untuk melakukan 3R)
6. Apakah sudah ada kerjasama melalui CSR dengan industri/ perusahaan dalam menganani permasalahan sampah?
- 1) Ada
  - 2) Tidak

Jika ada bagaimana bentuk kerjasamanya?

- 1) Melakukan kegiatan sosialisasi tentang 3R dan komposting yang dilakukan secara rutin setiap 1 tahun sekali
- 2) Melakukan kegiatan pelatihan untuk kader lingkungan
- 3) Melakukan pembiayaan dalam penyediaan fasilitas sampah
- 4) Belum ada kegiatan yang terealisasi

7. Apakah ada program pendampingan dari perguruan tinggi terkait program pengelolaan sampah utamanya reduksi di sumber?

- 1) Ada
- 2) Tidak

Jika ada, bagaimana bentuk pendampingan dari perguruan tinggi tersebut?

- 1) Melalui kuliah kerja nyata (KKN)
- 2) Melalui kegiatan penelitian (Tugas Akhir/Skripsi)
- 3) Belum terlalu jelas karena tidak rutin
- 4) Tidak tahu

8. Apakah ada kerjasama dengan pihak swasta dalam pengelolaan sampah di Kecamatan Bulak?

- 1) Ada dan berjalan optimal
- 2) Ada tapi tidak berjalan optimal
- 3) Ada tapi tidak berjalan sama sekali
- 4) Tidak ada

Jika ada, bagaimana bentuk kerjasama dengan pihak swasta tersebut ?

- 1) Melakukan kegiatan sosialisasi tentang 3R dan komposting yang dilakukan secara rutin setiap 1 tahun sekali
- 2) Melakukan kegiatan pelatihan untuk kader lingkungan
- 3) Melakukan pembiayaan dalam penyediaan fasilitas sampah
- 4) Belum ada kegiatan yang terealisasi

Jika ada, apakah sudah cukup berpengaruh dalam mereduksi sampah di Kecamatan Bulak ?

- 1) Sangat berpengaruh (tidak ada sampah yang menggunung di TPS dan jumlah sampah yang diangkut ke TPA berkurang)
- 2) Berpengaruh (tidak ada penumpukan sampah di TPS)

- 3) Cukup berpengaruh (adanya sampah yang mulai diolah dengan cara pengomposan)
  - 4) Tidak berpengaruh
9. Kemanakah rencana produk daur ulang akan dijual?
- 1) Loak / pengepul lokal yang ada di sekitar tempat daur ulang
  - 2) Loak / pengepul diluar kecamatan
  - 3) Industri daur ulang /UKM
  - 4) Penggrajin bahan bekas

*-Terimakasih atas kerjasa Bapak/ Ibu, semoga informasi yang disampaikan dapat memberikan manfaat -*



## LAMPIRAN B

### PENENTUAN NILAI PARAMETER

N o	Internal	Faktor Sukses	Indikator Parameter	Nilai
1	Timbulan sampah terkelola	Jumlah timbulan sampah yang terkelola di Kecamatan Bulak dan pengaruhnya terhadap peningkatan emisi GRK	Timbulan sampah terkelola dengan baik, lingkungan bersih	1 Sangat Mendukung
			Timbulan terkelola , lingkungan sebagian besarkotor	2. Mendukung
			Timbulan sampah tidak terkelola, lingkungan kotor	3. Kurang Mendukung
			Timbulan sampah tidak dikelola, lingkungan sangat kotor, dan daerah endemis penyakit menular	4. Tidak Mendukung
2	Budaya dan Perilaku Masyarakat	Pengetahuan Masyarakat tentang pengolahan sampah di sumber dan program 3R serta pihak yang bertanggung jawab dalam mengelola sampah	Dipilah dari sumber sampah, pernah mendengar dan mempraktekkan kegiatan 3R, pihak yang bertanggung jawab yaitu pemerintah dan masyarakat	1 Sangat Paham
			Diambil sampah yang bernilai ekonomi, pernah mendengar dan melakukan kegiatan 3R namun saat ini sudah tidak lagi melakukan, pihak yang bertanggung jawab masyarakat	2. Paham
			Langsung dibuang tanpa dipilah, sering mendengar namun tidak mempraktekkan, pihak yang bertanggung jawab adalah pemrintah saja	3. Kurang Paham
			Tidak tahu, tidak pernah mendengar sama sekali, tidak tahu siapa yang bertanggung jawab dalam mengelola sampah	4. Tidak Paham
		Partipasi masyarakat dalam mendaur ulang dan mengomposkan	Masyarakat selalu melakukan pemilahan sampah sebelum dibuang dan selalu melakukan pengomposan	1 Sangat Mendukung
			Masyarakat sering melakukan pemilahan sampah sebelum dibuang dan sering melakukan pengomposan	2. Mendukung

N o	Internal	Faktor Sukses	Indikator Parameter	Nilai
			Masyarakat melakukan pemilahan dan pengomposan sampah jika ada lomba saja	3. Kurang Mendukung
			Masyarakat sama sekali melakukan pemilahan sampah dan pengomposan	4. Tidak Mendukung
3	Metode pengelolaan sampah	Metode pengelolaan sampah yang terdapat di Kecamatan Bulak	Didaur ulang dan dikomposkan	1 Sangat Mendukung
			Dipilah dan dibuang ke TPS	2. Mendukung
			Langsung dibuang ke TPS dan ada yang dibakar	3. Kurang Mendukung
			Dibakar terbuka	4. Tidak Mendukung
4	Sarana	Kapasitas Kendaraan pengumpul (gerobak )	100%	1 Sangat Memadai
			80%	2. Memadai
			60%	3. Kurang Memadai
			40%	4. Tidak Memadai
		Kapasitas Kendaraan pengangkut	100%	1 Sangat Memadai
			80%	2. Memadai
			60%	3. Kurang Memadai
			40%	4. Tidak Memadai

No	Aspek Eksternal	Faktor Sukses	Indikator Parameter	Nilai
1	Tingkat pelayanan	Pencapaian tingkat pelayanan sampah	81-100%	1 tinggi
			61-80%	2 cukup tinggi
			41-60%	3 rendah
			<40%	4 sangat rendah
2	Frekuensi pengumpulan	Frekuensi pengumpulan	> 3 kali seminggu	1 tinggi
			3 kali seminggu	2 cukup tinggi
			2 kali seminggu	3 rendah
			1 kali seminggu	4 sangat rendah
3	Frekuensi pengangkutan	Frekuensi pengangkutan	1 hari sekali	1 tinggi
			2 hari sekali	2 cukup tinggi
			2-3 hari sekali	3 rendah
			>3 hari sekali	4 sangat rendah

No	Aspek Eksternal	Faktor Sukses	Indikator Parameter	Nilai
4	Efisiensi pengangkutan	Efisiensi pengangkutan	>3-5 trip/hari	1 tinggi
			3-5 trip/hari	2 cukup tinggi
			2 trip/hari	3 rendah
			1 trip/hari	4 sangat rendah
5	Jenis TPA	Jenis TPA	Sanitary Landfill	1 tinggi
			Controlled Landfill	2 cukup tinggi
			Semi Controlled Landfill	3 rendah
			Open dumping	4 sangat rendah

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## LAMPIRAN C HASIL KUESIONER

### a. Kuesioner masyarakat dan aspek teknis

No	Pertanyaan	Jumlah	Persentase
1	Menurut Bapak/ Ibu, sebaiknya sampah dipilah dari sumber sampah/ rumah atau langsung dibuang saja?		
	1) Dipilah dari sumber sampah (dipisahkan antara sampah basah dan kering)	21	81%
	2) Diambil sampah yang bernilai ekonomi (botol plastik, kertas/karton)	0	0%
	3) Langsung dibuang tanpa dipilah	5	19%
	4) Tidak tahu	0	0%
		26	100%
2	Apakah Bapak/Ibu pernah mendengar program 3R (Reduce, Reuse, dan Recycle) atau daur ulang sampah ?	Jumlah	Persentase
	1) Pernah, dan mempraktekkan sampai saat ini	6	23%
	2) Pernah mendengar dan melakukan namun saat ini sudah tidak mempraktekkan	15	58%
	3) Sering mendengar namun tidak mempraktekkan	3	12%
	4) Tidak pernah mendengar sama sekali dan tidak mempraktekkan	2	8%
		26	100%
3	Menurut Bapak/Ibu siapakah yang harus bertanggung jawab dalam pengelolaan sampah ?	Jumlah	Persentase
	1) Semua pihak yaitu pemerintah dan masyarakat	20	77%
	2) Masyarakat saja	4	15%
	3) Pemerintah saja	2	8%
	4) Tidak tahu	0	0%

		26	100%
4	Apakah Bapak/Ibu melakukan pemilahan sampah sebelum dibuang ?	Jumlah	Persentase
a	1) Selalu /rutin	3	12%
	2) Sering	8	31%
	3) Jika ada ada lomba saja	5	19%
	4) Tidak melakukan sama sekali	10	38%
		26	100%
b	Jika tidak, apakah yang menyebabkan Bapak/Ibu enggan untuk memilah ?	Jumlah	Persentase
	1) Tidak ada tempat yang cukup untuk menempatkan hasil pilahan sampah	11	48%
	2) Tidak ada waktu	5	22%
	3) Tidak ada keinginan /malas/ribet	7	30%
	4) Tidak tahu kalau sampah perlu dipilah sebelum dibuang	0	0%
		23	100%
c	Jenis sampah yang biasanya dipilah		
	Sampah kering seperti :		
	Botol		
	Kardus		
	Tetrapack		
	Koran		
	Plastik		
	Mika		
	Besi		
	Sampah basah ; sisa sayur, dapur ,makanan		
5	Apakah Bapak/Ibu menerapkan pengomposan di rumah?	Jumlah	Persentase
a	1) Selalu /rutin	1	4%
	2) Sering	2	8%
	3) Jika ada ada lomba saja	7	27%
	4) Tidak melakukan sama sekali	16	62%
		26	100%

b	Jika tidak, apakah yang menyebabkan Bapak/Ibu enggan untuk melakukan pengomposan ?	Jumlah	Persentase
	1) Tidak mengerti cara membuat kompos	5	20%
	2) Tidak ada sarana pengomposan sampah (lahan dan alat)	8	32%
	3) Tidak ada waktu	12	48%
	4) Malas	0	0%
		25	100%
c	Jenis sampah yang biasanya dikomposkan		
	Sisa makanan		
	Sisa sayur		
	Sampah kebun/taman		
6	Masalah apa yang sering terjadi terkait penanganan sampah di daerah Bapak/Ibu ?	Jumlah	Persentase
	1) Tidak ada masalah	20	77%
	2) Jadwal pengambilan sampah tidak rutin setiap hari	1	4%
	3) Sampah sering meluber (kapasitas tempat sampah kurang sesuai)	3	12%
	4) Sampah berserakan/ berceceran	1	4%
	5) Lainnya	1	4%
		26	100%
7	Apakah di tempat Bapak/Ibu sudah pernah diadakan kegiatan sosialisasi mengenai cara pemilahan dan pengolahan sampah?	Jumlah	Persentase
a	1) Sudah	23	88%
	2) Belum	3	12%
		26	100%
b	Jika sudah, apakah Bapak/Ibu pernah mengikuti kegiatan sosialisasi tersebut?	Jumlah	Persentase
	1) Pernah dan menerapkan sampai saat ini	4	15%
	2) Pernah mengikuti, pernah menerapkan namun saat ini sudah tidak lagi	12	46%

	3) Pernah mengikuti namun tidak menerapkan	6	23%
	4) Tidak pernah mengikuti dan tidak pernah menerapkan	4	15%
		26	100%
c	Jika tidak pernah, apakah Bapak/Ibu bersedia untuk datang ke acara sosialisasi yang dilaksanakan di lingkungan Bapak/Ibu di kemudian hari ?	Jumlah	Persentase
	1) Bersedia datang dan bersedia menerapkan	13	50%
	2) Tidak bersedia datang namun bersedia menerapkan	0	0%
	3) Bersedia datang saja namun tidak bersedia menerapkan	11	42%
	4) Tidak bersedia datang dan tidak bersedia menerapkan	2	8%
		26	100%
8	Apakah semua sampah di wilayah sekitar Bapak/Ibu dilayani oleh petugas gerobak sampah?	Jumlah	Persentase
	1) Semua terlayani karena rutin membayar iuran sampah	24	92%
	2) Semua terlayani walaupun ada yang tidak membayar iuran	2	8%
	3) Tidak semua terlayani karena ada yang tidak membayar iuran sampah	0	0%
	4) Tidak tahu	0	0%
		26	100%



## LAMPIRAN D DOKUMENTASI PENELITIAN

	
<p><b>Gambar 1. Gerobak yang akan diukur timbunan, densitas, dan komposisinya</b></p>	<p><b>Gambar 1. Kegiatan Pemilahan Sampah untuk Penentuan Komposisi Sampah</b></p>
	
<p><b>Gambar 2. Kegiatan Pengukuran Densitas Sampah</b></p>	<p><b>Gambar 3. Kegiatan Penyebaran Kuesioner</b></p>



**Gambar 5. Kondisi TPS Kenjeran**



**Gambar 5. Kondisi TPS Memet**



**Gambar 5. Kondisi TPS Tambak Deres**

**LAMPIRAN E**  
**HASIL PEMETAAN TPS**

**PEMETAAN TPS TAMBAK DERES**

No	Nama	Volume Gerobak (m <sup>3</sup> )				Volume Sampah (m <sup>3</sup> )				Area Pelayanan	Kelurahan	Ritasi/hari
		P	L	T	V	P	L	T <sup>1</sup>	V			
1	Sani	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Bulak Cumpat Timur 1	Bulak	1
2	Suud	1,5	0,5	1	0,8	1,5	0,5	1	0,8	Bulak Kenjeran	Kenjeran	1
3	Hari	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Bogorami	Bulak	1
4	Ruslan	1,5	0,5	1	0,8	1,5	0,5	1	0,8	Bulak Setro Gang 1	Bulak	1
5	Ponari	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1,3	1,5	Bulak Cumpat Utara RT 10	Bulak	2
6	Kartimin	09.30	1,5	0,75	1,0	1,125	1,5	0,75	1,3	Bulak Kenjeran RW 3 RT 1,2, dan 3	Kenjeran	2
7	Lukman	1,5	0,5	1	0,8	1,5	0,5	1	0,8	Bulak Rukem Timur	Bulak	1
8	Arip	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Bogorami RW 4 RT 2	Bulak	2
9	Arsumo	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Perumahan Gading Indah Regency	Bulak	1
10	Basori	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Perumahan Gading Indah Regency	Bulak	1
11	Usmianto	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Bulak Kenjeran RW 3 RT4 dan 5	Kenjeran	2
12	Sis	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Bulak Rukem Timur	Bulak	1
13	Kacung	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Bulak Rukem Timur RW 1 RT 1	Bulak	2
14	M.Hayat dan Subaheri	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Kedung Cowek gang 4 (1 RT)	Kedung Cowek	1
15	Marlikan A	1,5	0,5	1	0,8	1,5	0,5	1,3	1,0	Bulak Setro Utara RW 4 RT 3,4,dan 7	Bulak	2
16	Sunaryo	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Bulak Cumpat Srono	Bulak	1
17	Waras	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Bulak Rukem Timur Gang 1	Bulak	2
18	Somad	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Bulak Setro Gang 3	Bulak	2

No	Nama	Volume Gerobak (m <sup>3</sup> )				Volume Sampah (m <sup>3</sup> )				Area Pelayanan	Kelurahan	Ritasi/hari
		P	L	T	V	P	L	T <sup>1</sup>	V			
19	Aladin	1	0,75	0,75	0,6	1	0,75	1	0,8	Bulak Rukem Timur RT1 RW 7	Bulak	1
20	Sakrul	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Bulak Setro 3A	Bulak	2
21	Nursalim	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Bulak Setro IV	Bulak	1
22	Samsul	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Bulak Rukem Timur 1K	Bulak	2
23	Fikri	1,25	1,05	0,3	0,4	1,25	1,05	0,4	0,5	Bulak Rukem Timur 1M	Bulak	1
24	Dwi Cahyono	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Bulak Rukem Timur RT 2	Bulak	1
25	Marlikan B	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Nambangan	Kedungcowek	2
26	Sumar	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Bulak KaliTinjang	Bulak	1
27	Amir	1,5	0,5	1	0,8	1,5	0,5	1	0,8	Nambangan RT 1,2, dan 3 (RW 3)	Kedung Cowek	2
28	Muh.Toha	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Kantor Kecamatan Bulak	Bulak	1
29	Wawan	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Bulak Rukem Timur 1H	Bulak	1
30	Min Becak	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Bulak Rukem Timur 1E	Bulak	2
31	Supardi	09.30	1,5	0,75	1,0	1,125	1,5	0,75	1,0	Bulak Cumpat RW 2 RT 2 gang 2	Bulak	1
32	Kholik	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Bulak Rukem Timur 1G	Bulak	3
33	Bambang dab Bagyo	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Nambangan	Kedung Cowek	1
34	Lukito	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Bulak Kali Tinjang	Bulak	1
35	Wardoyo	1,5	0,5	1	0,8	1,5	0,5	1	0,8	Bulak Kali Tinjang	Bulak	1
36	Pono	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Bulak Rukem Timur	Bulak	1
37	Mus	1,5	0,5	1	0,8	1,5	0,5	1	0,8	Bulak Rukem Timur	Bulak	1
38	Yanto	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Bulak Setro Indah	Bulak	1
39	Tolib	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Bulak Rukem Timur	Bulak	1

No	Nama	Volume Gerobak (m <sup>3</sup> )				Volume Sampah (m <sup>3</sup> )				Area Pelayanan	Kelurahan	Ritasi/hari
		P	L	T	V	P	L	T <sup>1</sup>	V			
40	Jadi	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Bulak Setro II c	Bulak	1
41	Yanto Bonek	1,5	0,5	1	0,8	1,5	0,5	1	0,8	Bulak Setro	Bulak	1
42	Tiksan	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	SDN Rukem (sebelah kantor kelurahan)	Bulak	1
43	Mashud	1,5	0,5	1	0,8	1,5	0,5	1	0,8	Bulak Setro RW 5 RT 3	Bulak	1
44	Lasimin	1,5	0,5	1	0,8	1,5	0,5	1	0,8	Bogorami RT 6	Bulak	2
Total					44,2	Total				45,4	Total	60,0

#### PEMETAAN TPS MEMET

No	Nama	Volume Gerobak (m <sup>3</sup> )				Volume Sampah (m <sup>3</sup> )				Area Pelayanan	Kelurahan	Ritasi/hari
		P	L	T	V	P	L	T <sup>1</sup>	V			
1	Khalil	1,2	0,75	1	0,9	1,2	0,75	0,8	0,7	RW 7 RT 2 dan 3 Jalan Samlangyung dan Jalan Saliman	Sukolilo Baru	1
2	Ma'ruf	1,2	0,9	1	1,1	1,2	0,9	0,8	0,9	RW 7 RT 5	Sukolilo Baru	2
3	Dullah dan Yusuf	2	1	1	2,0	2	1	1,3	2,6	RW 5 RT 1,2,3,4 dan 5	Sukolilo Baru	1
4	Madaif dan Marno	2	1	1	2,0	2	1	1,2	2,4	RW 5 Komplek TNI AL	Sukolilo Baru	1
6	Ru'i	1,2	0,75	1	0,9	1,2	0,75	1,1	1,0	RW 7 RT 1	Sukolilo Baru	1
7	Sodiq + istri	1,5	0,5	1	0,8	1,5	0,5	1,2	0,9	Pasar Siap	Sukolilo Baru	1
8	Yanto	2	1	1	2,0	2	1	1,2	2,4	Gading Pantai	Tambak sari	1
9	Agus dan Rahmat	2	1	1	2,0	2	1	1,3	2,6	Lebak Timur Gang 9	Tambak sari	1
10	Rahman	2	1	1	2,0	2	1	1,3	2,6	Lebak Timur Gang 3	Tambak sari	1
Total					13,6	Total				16,1	Total	10,0

PEMETAAN TPS KENJERAN

No	Nama	Volume Gerobak (m <sup>3</sup> )				Volume Sampah (m <sup>3</sup> )				Area Pelayanan	Kelurahan	Ritasi/hari
		P	L	T	V	P	L	T <sup>1</sup>	V			
1	Zaenal	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Sukolilo Baru RW 4 RT 1-7	Sukolilo Baru	2
2	Misnawar	1,5	0,75	1	1,1	1,5	0,75	1	1,1	Tambak deres RW 1 RT 1	Kenjeran	2
3	Abdul Rohim	1	0,5	0,5	0,3	1	0,5	0,5	0,3	Sukolilo Baru RW 1,2 dan 3	Sukolilo Baru	4
4	5 Buah Mini Bin	1,4	0,78	1,2	1,3	1,4	0,78	1,2	6,6	Kenjeran RW 02	Kenjeran	1
Total					3,8	Total				9,1	Total	9,0

## BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama lengkap Wahyu Eka Romawati, lahir di Ponorogo pada tanggal 14 Agustus 1996. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Dharma Wanita Desa Sempu, SD Negeri Sempu tahun 2004-2009, SMP Negeri 1 Dolopo pada tahun 2009-2011, dan lulus dari SMA Negeri 1 Geger pada tahun 2014. Resmi menjadi mahasiswi Teknik Lingkungan ITS tahun 2014 melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Semasa kuliah, penulis aktif dalam kegiatan organisasi

mahasiswa Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) ITS sebagai staff departemen Sosial Masyarakat tahun 2015-2016 dan sekretaris departemen Sosial Masyarakat tahun 2016-2017. Selain itu, penulis aktif dalam kegiatan pelatihan pengembangan diri, seperti LKMM Pra Tingkat Dasar (Pra TD), LKMM Tingkat Dasar (TD), *Leadership Organization Training* (LOT), *Environmental Journalism Youth Training (E-Journey)*, dan pelatihan Sistem Manajemen Lingkungan (SMK3). Penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PHE WMO Gresik pada tahun 2017. Penulis berharap segala bentuk komunikasi yang ingin disampaikan, baik mengenai tugas akhir maupun saran untuk pengembangan penelitian dapat dikomunikasikan langsung kepada penulis melalui *e-mail* [wahyuekaromawati2@gmail.com](mailto:wahyuekaromawati2@gmail.com).





